

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-176468
 (43)Date of publication of application : 14.07.1995

(51)Int.Cl. H01L 21/027
 G03B 27/32
 G03F 7/20
 G03F 9/00

(21)Application number : 05-334759 (71)Applicant : NIKON CORP
 (22)Date of filing : 28.12.1993 (72)Inventor : NISHI TAKECHIKA

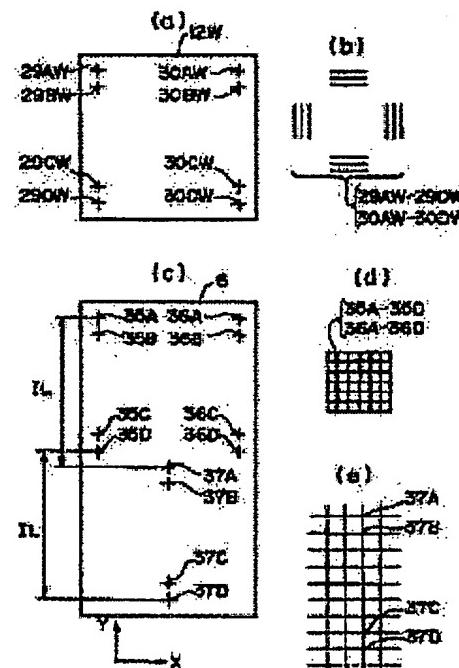
(30)Priority
 Priority number : 05 38077 Priority date : 26.02.1993 Priority country : JP

(54) PROJECTING EXPOSURE METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To accurately make a reticle coordinate system correspond to a wafer coordinate system by reducing influence of a lithographic error of a reticle when it is exposed by a slit scanning system.

CONSTITUTION: Two rows of alignment mark images 29AW-29DW and 30AW-30DW are projected on a projected image 12W of a reticle in a scanning direction, and two rows of reference marks 35A-35D and 36A-36D are formed as well on a reference mark plate 6 of the wafer stage side in the scanning direction. The reticle and the plate 6 are moved in the scanning direction, an error of the images 29AW, 30AW and the marks 35A, 36A is obtained by a reticle alignment microscope, an error of the other image and the reference mark is similarly obtained, these errors are corrected by a measuring error of a coordinate measuring system, thereby obtaining a conversion parameter between a reticle coordinate system and a wafer coordinate system.



*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Illuminate an illuminated field of specified shape by illumination light, and a pattern image on a mask in an illuminated field of said specified shape is exposed to a substrate on a stage via a projection optical system. By scanning said mask and said substrate synchronously relatively to an illuminated field of said specified shape, In a method of exposing a pattern image of an area larger than an illuminated field of said specified shape on said mask on said substrate, Two or more marks for Measurement Division are formed towards said relative scan on said mask, A reference mark member by which two or more reference marks were formed in a mark for Measurement Division of this plurality and an almost conjugate position is arranged on said stage, Said mask and said substrate are moved synchronizing with the direction of said relative scan, The amount of position gaps of one mark for Measurement Division in two or more marks for Measurement Division on said mask and a corresponding reference mark on said stage is measured one by one, A projection exposure method characterized by asking for correspondence relation between a coordinate system on said mask, and a coordinate system on said stage from each amount of position gaps of a mark for Measurement Division of said plurality, and two or more of said reference marks.

[Claim 2] Illuminate an illuminated field of specified shape by illumination light, and a pattern image on a mask in an illuminated field of said specified shape is exposed to a substrate on a stage via a projection optical system. By scanning said mask and said substrate synchronously relatively to an illuminated field of said specified shape, In a method of exposing a pattern image of an area larger than an illuminated field of said specified shape on said mask on said substrate, An alignment system of an off-axis method for detecting a position of a mark for positioning on said substrate near said projection optical system is arranged, Two or more marks for Measurement Division are formed towards said relative scan on said mask, A reference mark member in which the 1st and 2nd reference marks were formed at an interval corresponding to an interval of a reference point in an exposure field of said projection optical system and a reference point of an alignment system of said off-axis method is arranged on said stage, Where said 2nd reference mark on said reference member is observed by an alignment system of said off-axis method, Move said mask towards said relative scan, and the amount of position gaps of one mark for Measurement Division in two or more marks for Measurement Division on said mask and said 1st reference mark on said stage is measured one by one, From the amount of position gaps of said 2nd reference mark observed by average value of each amount of position gaps of a mark for Measurement Division of said plurality, and said 1st reference mark, and an alignment system of said off-axis method. A projection exposure method searching for an interval of a reference point in an exposure field of said projection optical system, and a reference point of an alignment system of said off-axis method.

[Claim 3] On said reference mark member, make it correspond to two or more marks for Measurement Division on said mask, and form two or more said 1st reference mark, and. Two or more said 2nd reference mark is formed from the 1st reference mark of this plurality at an interval corresponding to an interval of a reference point in an exposure field of said projection optical system, and a reference point of an alignment system of said off-axis method, respectively, Said mask and said stage are moved synchronizing with the direction of

said relative scan, Measure the amount of position gaps of one mark for Measurement Division in two or more marks for Measurement Division on said mask, and said 1st corresponding reference mark on said stage one by one, and. A reference mark to which it corresponds of said two or more 2nd reference marks by an alignment system of said off-axis method is observed, From average value of the amount of position gaps of two or more of said 2nd reference marks observed by average value of each amount of position gaps of a mark for Measurement Division of said plurality, and two or more of said 1st reference marks, and an alignment system of said off-axis method. The projection exposure method according to claim 2 searching for an interval of a reference point in an exposure field of said projection optical system, and a reference point of an alignment system of said off-axis method.

[Claim 4] Illuminate an illuminated field of specified shape by illumination light, and a pattern image on a mask in an illuminated field of said specified shape is exposed to a substrate on a stage via a projection optical system, By scanning said mask and said substrate synchronously relatively to an illuminated field of said specified shape, In a method of exposing a pattern image of an area larger than an illuminated field of said specified shape on said mask on said substrate, Two or more marks for Measurement Division are formed towards said relative scan on said mask, A reference mark member by which two or more reference marks were formed in a mark for Measurement Division of this plurality and an almost conjugate position is arranged on said stage, Said mask and said substrate are moved synchronizing with the direction of said relative scan, The amount of position gaps of one mark for Measurement Division in two or more marks for Measurement Division on said mask and a corresponding reference mark on said stage is measured one by one, The 1st process of calculating each amount of position gaps of said mark for Measurement Division, and said reference mark; The amount of position gaps of one mark for Measurement Division predetermined [of two or more marks for Measurement Division on said mask] and a corresponding reference mark on said stage is measured only once, The 2nd process of calculating the amount of position gaps of said mark for Measurement Division, and said reference mark; One of said 1st process and said 2nd process is chosen. A projection exposure method having the 3rd process of asking for correspondence relation between a coordinate system on said mask, and a coordinate system on said stage based on each amount of position gaps of said mark for Measurement Division called for at a selected process, and said reference mark, and;

[Claim 5] Illuminate an illuminated field of specified shape by illumination light, and a pattern image on a mask in an illuminated field of said specified shape is exposed to a substrate on a stage via a projection optical system, By scanning said mask and said substrate synchronously relatively to an illuminated field of said specified shape, In a method of exposing a pattern image of an area larger than an illuminated field of said specified shape on said mask on said substrate, An alignment system of an off-axis method for detecting a position of a mark for positioning on said substrate near said projection optical system is arranged, Two or more marks for Measurement Division are formed towards said relative scan on said mask, A reference mark member by which two or more reference marks were formed in a mark for Measurement Division of this plurality and an almost conjugate position is arranged on said stage, A reference mark of this plurality consists of the 1st and 2nd reference marks arranged at an interval corresponding to an interval of a reference point of said projection optical system, and a reference point of an alignment system of said off-axis method, Where said 2nd reference mark on said reference mark member is observed by an alignment system of said off-axis method, said mask is moved towards said relative scan, The 1st process of measuring the amount of position gaps of one mark for Measurement Division in two or more marks for Measurement Division on said mask, and said 1st reference mark one by one; where said 2nd reference mark on said reference mark member is observed by an alignment system of said off-axis method, The 2nd process of measuring the amount of position gaps of one mark for Measurement Division predetermined [of two or more marks for Measurement Division on said mask], and said 1st reference mark; It is a measuring result in the 3rd process of choosing one of said 1st process and said 2nd process, and a process selected, at the; this 3rd process. From each amount of position gaps of said mark for Measurement Division, and said reference mark, and the amount of position gaps of said

2nd reference mark observed by an alignment system of said off-axis method. A projection exposure method having the 4th process of searching for an interval of correspondence relation between a coordinate system on said mask, and a coordinate system on said stage, and a reference point in an exposure field of said projection optical system and a reference point of an alignment system of said off-axis method, and;.

[Claim 6] Illuminate an illuminated field of specified shape by illumination light, and a pattern image on a mask in an illuminated field of said specified shape is exposed to a substrate on a stage via a projection optical system, By scanning said mask and said substrate synchronously relatively to an illuminated field of said specified shape, In a method of exposing a pattern image of an area larger than an illuminated field of said specified shape on said mask on said substrate, An alignment system of an off-axis method for detecting a position of a mark for positioning on said substrate near said projection optical system is arranged, Two or more marks for Measurement Division are formed towards said relative scan on said mask, A reference mark member by which two or more reference marks were formed in a mark for Measurement Division of this plurality and an almost conjugate position is arranged on said stage, A reference mark of this plurality consists of the 1st and 2nd reference marks formed at an interval corresponding to an interval of a reference point of said projection optical system, and a reference point of an alignment system of said off-axis method, Whenever it carries out specified number exchange of said substrate, where said 2nd reference mark on said reference mark member is observed by an alignment system of said off-axis method, The amount of position gaps of one mark for Measurement Division predetermined [of two or more marks for Measurement Division on said mask] and said 1st corresponding reference mark is measured, From the measured this amount of position gaps, and the amount of position gaps of said 2nd reference mark observed by an alignment system of said off-axis method, correspondence relation between a coordinate system on said mask, and a coordinate system on said stage, A projection exposure method searching for an interval of a reference point in an exposure field of said projection optical system, and a reference point of an alignment system of said off-axis method.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention is applied, for example to the projection aligner of a slit scan exposure system, and relates to a suitable projection exposure method.

[0002]

[Description of the Prior Art]When manufacturing a semiconductor device, a liquid crystal display element, or a thin film magnetic head by a photolithography process, the projection aligner which transfers a photo mask or the pattern of reticle (it is hereafter named "reticle" generically) on the substrates (a wafer, a glass plate, etc.) with which it was applied to sensitization material is used. As a conventional projection aligner, each shot region of the wafer was moved into the exposure field of a projection optical system one by one, and many reduction projection type exposure devices (stepper) of the step-and-repeat method of exposing the pattern image of reticle one by one to each shot region were used.

[0003]Drawing 18 shows the conventional stepper's important section, the wafer 5 is laid on the wafer stage 4 in this drawing 18, and the reference mark board 57 is being fixed on the wafer stage 4 near this wafer 5. And projection exposure of the image of the pattern on the reticle 12 is carried out to each shot region on the wafer 5 via the projection optical system 8 under the exposing light from the illumination-light study system by which figures omitted abbreviated was carried out. Under the present circumstances, since the wafer stage 4 is driven along with a wafer-coordinates system, it is necessary to measure the angle of rotation over the position on the wafer-coordinates system of the reticle 12, and the wafer-coordinates system of the reticle 12. Therefore, they are formed by the two alignment marks (reticle mark) 60R and 61R so that it may counter near the pattern space of the reticle 12, and on the reference mark board 57, The two reference marks 60F and 61F are formed at the interval equal to the design interval on the wafer 5 of these reticle marks 60R and 61R.

[0004]On the reticle marks 60R and 61R of the reticle 12, the reticle alignment microscopes 58 and 59 are arranged, respectively. The illumination light source from which the reticle alignment microscopes 58 and 59 eject the alignment light of the same wavelength as exposing light, respectively, It has the sensor which can observe simultaneously the reticle mark on the reticle 12, the alignment mark (wafer mark) on the wafer 5, or the reference mark on the reference mark board 57. When performing exposure to the wafer 5 by the stepper of drawing 18, the image of the pattern on the reticle 12 is exposed by each shot region of the wafer 5, respectively by moving by a step-and-repeat method one by one only in the wafer stage 4.

[0005]In exposing the pattern image of the reticle 12 further in this stepper on the circuit pattern on the wafer 5 formed by the previous process, There is the necessity of taking correspondence with the wafer-coordinates system which specifies the coordinates of each shot region on the wafer 5, and the Reticulum mark system which specifies the coordinates of the pattern on the reticle 12 (that is, it aligns). In the case of the stepper, the one-shot area size on the exposure field of the projection optical system 8 and the wafer 5 was equal, and since it was not necessary to drive the reticle 12 when exposing, correspondence of a wafer-coordinates system and a Reticulum mark system had been taken as follows.

[0006]Namely, after driving the wafer stage 4 and moving the reference mark board 57 into

the exposure field of the projection optical system 8. One reticle alignment microscope 58 detects the amount of position gaps of the reticle mark 60R and the reference mark 60F. With the reticle alignment microscope 59 of another side, the amount of position gaps of the reticle mark 61R and the reference mark 61F was detected, and the position of the pattern of the reticle 12 on a wafer-coordinates system was calculated from the amount of these position gaps. The angle of rotation of the reticle 12 on a wafer-coordinates system was measured by moving the reference mark 60F to the position of the reference mark 61F, and detecting the amount of position gaps of the reticle mark 61R and the reference mark 60F with the reticle alignment microscope 59. And matching with a wafer-coordinates system and a Reticulum mark system was eventually performed by rotating the reticle 12 or the wafer stage 4, and amending the angle of rotation.

[0007] In drawing 18, in order to detect the position of each alignment mark (wafer mark) formed corresponding to each shot region on the wafer 5, the alignment microscope 34 of the off-axis method is formed in the lateral portion of the projection optical system 8. In this case, based on the position of the wafer mark detected with this alignment microscope 34, the shot region on the corresponding wafer 5 is set up in the exposure field of the projection optical system 8. Therefore, it is necessary to calculate what is called the amount of baselines that is an interval of the reference point (for example, exposure center) in the exposure field of the projection optical system 8, and the reference point 62 of the observation area of the alignment microscope 34 of an off-axis method beforehand.

[0008] In the conventional stepper, when measuring such an amount of baselines, After measuring the amount of position gaps with the conjugate image of the reticle marks 60R and 61R and the reference marks 60F and 61F, For example, only a quantity equal to the designed value of the amount of baselines moved the wafer stage 4, and was measuring the amount of position gaps with the reference mark to which it corresponds on the reference point 62 and reference mark board 57 with the alignment microscope 34. The amount of baselines was calculated from those amounts of position gaps.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In recent years, since the pattern is carrying out minuteness making in the semiconductor device etc., heightening the resolution of a projection optical system is called for. Although techniques, such as increase of the short wavelength formation of the wavelength of exposing light or the numerical aperture of a projection optical system, are one of the techniques for heightening resolution, If it is going to secure the exposure field of the same grade as a conventional example even when using which technique, it will become difficult to maintain image formation performances (distortion, a curvature of field, etc.) for predetermined accuracy all over an exposure field. Then, the so-called projection aligner of a slit scan exposure system is improved now.

[0010] In the projection aligner of this slit scan exposure system, the pattern of that reticle is exposed on a wafer, synchronizing relatively and scanning reticle and a wafer to rectangular shape or the illuminated field (henceforth "a slit shape illuminated field") of circular **. Therefore, if the pattern of the same area as a stepper method is exposed on a wafer, in a slit scan exposure system, compared with a stepper method, the exposure field of a projection optical system can be made small, and the accuracy of the image formation performance in an exposure field may improve.

[0011] Although the mainstream of the size of the conventional reticle was 6 inch sizes and the mainstream of the projecting magnification of a projection optical system was 1/5 time, the size of the reticle in a basis 1/5 time the magnification of this has stopped 6 inch sizes being of use by large area-ization of circuit patterns, such as a semiconductor device. Therefore, it is necessary to design the projection aligner which changed the projecting magnification of the projection optical system 1/4 time. And also in order to respond to large area-ization of such a transferred pattern, a slit scan exposure system is advantageous.

[0012] If the technique of matching with the Reticulum mark system and wafer-coordinates system which were used by the conventional stepper is applied in the projection aligner of this slit scan exposure system, Since projecting magnification increased 1/4 time, there is inconvenience that alignment accuracy deteriorates according to the drawing error of the circuit pattern on reticle. In Tokuganhei3-169781, the art which resembles measuring

simultaneously the amount of position gaps of two or more marks for Measurement Division, and measures the angle of rotation of reticle more is proposed, without moving a wafer stage in a stepper. However, the concept of Measurement Division of the angle of rotation by simultaneous Measurement Division of two or more of these marks for Measurement Division, It could not use for the scanning direction of the projection aligner of a slit scan exposure system, but there was inconvenience that the angle of rotation of a Reticulum mark system and a wafer-coordinates system and coordinates perpendicularity of these coordinate systems could not measure with sufficient accuracy.

[0013]About the instrumentation method of the amount of baselines which is an interval of the reference position in the exposure field of a projection optical system, and the reference position of the alignment system of an off-axis method, If the instrumentation method using one mark (two pieces) on the reticle in the conventional stepper was applied to the projection aligner of the slit scan exposure system as it was, there is inconvenience of being greatly influenced by the drawing error of reticle.

[0014]In [in view of this point] the projection aligner of a slit scan exposure system in this invention, The influence of the drawing error of the pattern on reticle (mask) is reduced, and it aims at providing the projection exposure method which can perform correctly matching with a Reticulum mark system (mask coordinate system) and a wafer-coordinates system (substrate coordinate system). As for the exact halfbeak of the matching, depending on a process, quick nature may be thought as important about this. Then, an object of this invention is to provide the projection exposure method which performs matching with a Reticulum mark system (mask coordinate system) and a wafer-coordinates system (substrate coordinate system) by a high throughput.

[0015]In the projection aligner of a slit scan exposure system this invention, The influence of the drawing error of the pattern on reticle (mask) is reduced, and it aims also at providing the projection exposure method which can measure the amount of baselines which is an interval of the reference point of the exposure field of a projection optical system, and the reference point of the alignment system of an off-axis method with high precision.

[0016]Also as for an exact halfbeak, whenever it exchanges the wafer of a specified number, for example, when performing base line measurement, quick nature may be thought as important and it is desirable to perform matching with a Reticulum mark system (mask coordinate system) and a wafer-coordinates system (substrate coordinate system) simultaneously. Then, an object of this invention is to provide matching with a Reticulum mark system (mask coordinate system) and a wafer-coordinates system (substrate coordinate system), and the projection exposure method which performs the base line measurement by a high throughput, when measuring the amount of baselines for every predetermined wafer turnover rate.

[0017]

[Means for Solving the Problem]The 1st projection exposure method by this invention illuminates an illuminated field of specified shape by illumination light, A pattern image on a mask (12) in an illuminated field of said specified shape is exposed to a substrate (5) on a stage (4) via a projection optical system (8), By scanning a mask (12) and a substrate (5) synchronously relatively to an illuminated field of the specified shape, In a method of exposing a pattern image of an area larger than an illuminated field of the specified shape on a mask (12) on a substrate (5), Two or more marks for Measurement Division (29A-29D) are formed towards the relative scan on a mask (12), A reference mark member (6) by which two or more reference marks (35A-35D) were formed in a mark for Measurement Division of these plurality and an almost conjugate position is arranged on a stage (4), A mask (12) and a substrate (5) are moved synchronizing with the direction of the relative scan, The amount of position gaps with a corresponding reference mark (35A, 35B,) on one mark for Measurement Division in a mark (29A, 29B,) and stage (4) for Measurement Division of plurality on a mask (12) is measured one by one, From each amount of position gaps of a mark for Measurement Division of these plurality, and a reference mark of these plurality. It asks for correspondence relation between a coordinate system on a mask (12), and a coordinate system on a stage (4).

[0018]In the premise part as an above-mentioned invention with the 2nd same projection

exposure method by this invention. An alignment system (34) of an off-axis method for detecting a position of a mark for positioning on a substrate (5) near the projection optical system (8) is arranged. Two or more marks for Measurement Division (29A-29D) are formed towards the relative scan on a mask (12). The 1st reference mark (35A) and 2nd reference mark (37A) arrange a formed reference mark member (6) on a stage (4) at an interval corresponding to an interval of a reference point in an exposure field of a projection optical system (8), and a reference point of an alignment system (34) of an off-axis method.

[0019] And where the 2nd reference mark (37A) on a reference member (6) is observed by an alignment system (34) of an off-axis method, Move a mask (12) towards said relative scan, and the amount of position gaps with the 1st reference mark (35A) on one mark for Measurement Division in a mark (29A, 29B, ...) and stage (4) for Measurement Division of plurality on a mask (12) is measured one by one. From the amount of position gaps of the 2nd reference mark observed by average value of each amount of position gaps of a mark for Measurement Division of these plurality, and these 1st reference marks, and an alignment system (34) of an off-axis method. An interval of a reference point in an exposure field of a projection optical system (8) and a reference point of an alignment system (34) of an off-axis method is searched for.

[0020] In the 2nd projection exposure method the 3rd projection exposure method of this invention, Make two or more marks for Measurement Division (29A-29D) on a mask (12) correspond on a reference mark member (6), and form two or more (35A-35D) the 1st reference mark, and. Two or more (37A-37D) the 2nd reference mark is formed [from the 1st reference mark (35A-35D) of these plurality] at an interval corresponding to an interval of a reference point in an exposure field of a projection optical system (8), and a reference point of an alignment system (34) of an off-axis method, respectively. A mask (12) and a stage (4) are moved synchronizing with the direction of the relative scan, Measure the amount of position gaps with the 1st corresponding reference mark (35A, 35B, ...) on one mark for Measurement Division in a mark (29A, 29B, ...) and stage (4) for Measurement Division of plurality on a mask (12) one by one, and. A reference mark (37A, 37B, ...) to which it corresponds of two or more 2nd reference marks by an alignment system (34) of an off-axis method is observed. From average value of the amount of position gaps of the 2nd reference mark of these plurality observed by average value of each amount of position gaps of a mark for Measurement Division of these plurality, and the 1st reference mark of these plurality, and an alignment system (34) of an off-axis method. An interval of a reference point in an exposure field of a projection optical system (8) and a reference point of an alignment system (34) of an off-axis method is searched for.

[0021] Next, in the premise part as an above-mentioned invention with the 4th same projection exposure method of this invention, Like the 1st above-mentioned projection exposure method, A mask. (12) Two or more upper marks for Measurement Division. (29A, 29B, --), and a corresponding reference mark. The 1st process of calculating each amount of position gaps with (35A, 35B, --); The amount of position gaps of one mark for Measurement Division predetermined [of two or more marks for Measurement Division on the mask] (29A) and a corresponding reference mark (35A) on the stage is measured only once, The 2nd process of calculating the amount of position gaps of a mark for Measurement Division (29A), and a reference mark (35A) in simple; One of the 1st process and its 2nd process is chosen, It has the 3rd process and; which ask for correspondence relation between a coordinate system on a mask (12), and a coordinate system on a stage (4) based on each amount of position gaps of a mark for [with which it asked at this selected process] that Measurement Division, and its reference mark.

[0022] In the premise part as an above-mentioned invention with the 5th same projection exposure method of this invention, Like the 2nd above-mentioned projection exposure method, where the 2nd reference mark (37A, 37B, --) on a reference mark member (6) is observed by an alignment system of an off-axis method, A mask (12) is moved towards the relative scan, A mask. (12) Two or more upper marks for Measurement Division. Where the 2nd reference mark (37A) on a reference mark member (6) is observed by an alignment system of the 1st process of measuring the amount of position gaps of one mark for Measurement Division in (29A, 29B, --), and the 1st reference mark (35A, 35B, --) one by

one, and; off-axis method, A mask. The 2nd process of measuring the amount of position gaps of one mark for Measurement Division predetermined [of two or more upper marks for Measurement Division] (29A), and the 1st reference mark (35A) in simple; (12) The 3rd process and; which choose one of these 1st processes and the 2nd process. From the amount of position gaps of that mark for Measurement Division that is a measuring result in a process selected at this 3rd process, and its reference mark, and the amount of position gaps of the 2nd reference mark observed by an alignment system of that off-axis method, correspondence relation between a coordinate system on that mask, and a coordinate system on that stage, It has the 4th process and; which search for an interval (the amount of baselines) of a reference point in an exposure field of the projection optical system, and a reference point of an alignment system of the off-axis method.

[0023]In the premise part as an above-mentioned invention with the 6th same projection exposure method of this invention, An alignment system (34) of an off-axis method for detecting a position of a mark for positioning on a substrate (5) near the projection optical system (8) is arranged, Two or more marks for Measurement Division (29A, 29B, —) are formed towards the relative scan on a mask (12), A reference mark member (6) by which two or more reference marks were formed in a mark for Measurement Division of these plurality and an almost conjugate position is arranged on a stage (4), Whenever a reference mark of these plurality consists of the 1st (A [35],B [35],—) and 2nd (A [37],B [37],—) reference marks formed at an interval corresponding to an interval of a reference point of the projection optical system, and a reference point of an alignment system of the off-axis method and it carries out specified number exchange of the substrate (5), Where the 2nd reference mark (37A) on a reference mark member (6) is observed by an alignment system of the off-axis method, The amount of position gaps which measured the amount of position gaps of one mark for Measurement Division (29A) predetermined [of two or more marks for Measurement Division on a mask (12)], and the 1st corresponding reference mark (35A), and was measured in this way, From the amount of position gaps of the 2nd reference mark (37A) observed by an alignment system of the off-axis method, and correspondence relation between a coordinate system on the mask, and a coordinate system on the stage, An interval (the amount of baselines) of a reference point in an exposure field of the projection optical system and a reference point of an alignment system of the off-axis method is searched for.

[0024]

[Function]In the 1st projection exposure method of this this invention, A position gap of each mark is measured arranging two or more marks for Measurement Division, arranging those marks for Measurement Division, and an almost conjugate reference mark on a reference mark member (6), and sending a mask (12) and a stage (4) by a stepping method on a mask (12). And, for example according to the called-for position gap, eventually in each position by the least squares approximation etc. By asking for the parameter (offset of magnification, scaling of a scanning direction, rotation, the parallelism of a scanning direction, the direction of X, and the direction of Y) which matches a mask coordinate system and a substrate coordinate system, the influence of the drawing error of the mark for Measurement Division on a mask (12) can be suppressed small. Since mark Measurement Division of the direction of a relative scan is performed independently one by one, it becomes un-simultaneous Measurement Division, but since it measures at two or more places, there is the equalization effect and high precision Measurement Division is attained.

[0025]By equalizing the measuring result about two or more marks for Measurement Division by the side of a mask (12) according to the 2nd projection exposure method, Influence of the drawing error of the mark for Measurement Division of a mask (12) is made small, and the amount of baselines which is an interval of the reference point of a projection optical system (8) and the reference point of an alignment system (34) can be measured correctly.

According to the 3rd projection exposure method, make two or more marks for Measurement Division (29A-29D) on a mask (12) correspond on a reference mark member (6), and form two or more (35A-35D) the 1st reference mark, and. Since two or more (37A-37D) the 2nd reference mark is formed [from the 1st reference mark (35A-35D) of these plurality] at the interval corresponding to the interval of the reference point in the exposure field of a projection optical system (8), and the reference point of the alignment system (34) of an off-

axis method, respectively, Since equalization is performed also the reference mark side, the amount of baselines is measured more correctly.

[0026]Next, when a high throughput is required according to the 4th projection exposure method of this invention. When the 2nd process is chosen, the amount of position gaps of the mark for Measurement Division (29A) and a reference mark (35A) is measured only once and high degree of accuracy is required, the demand to quick nature can also be filled by performing the 1st process. In this case, by amending that mark error, when it memorizes in quest of the amount of position gaps (this is called a "mark error") from the original position of the mark for Measurement Division (29A) further beforehand and the 2nd process is performed in the 1st process, Both demands with a high throughput and high degree of accuracy can be met.

[0027]Similarly, when a high throughput is required according to the 5th projection exposure method, Where it chose the 2nd process and the 2nd reference mark (37A) is observed by an alignment system (34), When the amount of position gaps of one mark for Measurement Division (29A) and the 1st reference mark (35A) is measured only once and high degree of accuracy is required, the demand to quick nature can also be filled by performing the 1st process. In this case, in the 1st process, when it memorizes in quest of the mark error further beforehand and the 2nd process is performed, both demands with a high throughput and high degree of accuracy can be met by amending that mark error.

[0028]Whenever it carries out specified number exchange of the substrate (5) according to the 6th projection exposure method (i.e., whenever it exposed to the substrate (5) of the specified number), where the 2nd reference mark (37A) is observed by the alignment system (34) of an off-axis method, The amount of position gaps of one mark for Measurement Division (29A) and the 1st reference mark (35A) is measured only once, and the correspondence relations and the amount of baselines of the coordinate system on a mask and the coordinate system on a stage are calculated from this measuring result. Therefore, Measurement Division is performed by a high throughput.

[0029]

[Example]Hereafter, with reference to Drawings, it explains per 1st working example of the projection exposure method by this invention. This example applies this invention, when exposing the pattern of reticle on a wafer with the projection aligner of a slit scan exposure system. The illuminated field of the rectangle by exposing light EL from the illumination-light study system by which drawing 1 showed the projection aligner of this example, and figures omitted abbreviated was carried out in this drawing 1. The pattern on the reticle 12 is illuminated by (it is hereafter called "a slit shape illuminated field"), and projection exposure of the image of the pattern is carried out on the wafer 5 via the projection optical system 8. In this case, synchronizing with the reticle 12 being scanned with the constant speed V forward to the space of drawing 1 to the slit shape illuminated field of exposing light EL, the wafer 5 is scanned backward to the space of drawing 1 by constant speed V/M (1/M is the reducing magnification of the projection optical system 8).

[0030]The reticle Y drive stage 10 which can be freely driven on the reticle buck 9 in Y shaft orientations (direction vertical to the space of drawing 1) is laid for explaining the drive system of the reticle 12 and the wafer 5, The reticle minute drive stage 11 is laid on this reticle Y drive stage 10, and the reticle 12 is held by the vacuum chuck etc. on the reticle minute drive stage 11. As for the reticle minute drive stage 11, only a fine amount performs position control of the reticle 12 to the direction parallel to space of X, the direction of Y, and hand of cut (the direction of theta) of drawing 1 with high precision in a field vertical to the optic axis of the projection optical system 8, respectively. The position of the direction of X of the reticle minute drive stage 11, the direction of Y, and the direction of theta is always monitored by the interferometer 14 which the moving mirror 21 has been arranged on the reticle minute drive stage 11, and has been arranged on the reticle buck 9. The position information S1 acquired by the interferometer 14 is supplied to the main control system 22A.

[0031]On the other hand on the wafer buck 1, the wafer Y-axis drive stage 2 which can be freely driven to Y shaft orientations is laid, The wafer X-axis drive stage 3 which can be freely driven to an X axial direction on it is laid, Ztheta axis drive stage 4 is formed on it, and

the wafer 5 is held by vacuum absorption on this Ztheta axis drive stage 4. The moving mirror 7 is fixed also on Ztheta axis drive stage 4, the position of the direction of X of Ztheta axis drive stage 4, the direction of Y, and the direction of theta is monitored by the interferometer 13 arranged outside, and the position information acquired by the interferometer 13 is also supplied to the main control system 22A. The main control system 22A controls the positioning operation of the wafer Y-axis drive stage 2, the wafer X-axis drive stage 3, and Ztheta axis drive stage 4 via the wafer drive 22B etc., and it controls operation of the whole device.

[0032]Although mentioned later, In order to take correspondence of the wafer-coordinates system specified by the coordinates measured by the interferometer 13 by the side of a wafer, and a Reticulum mark system specified by the coordinates measured by the interferometer 14 by the side of reticle, the reference mark board 6 is being fixed near the wafer 5 on Ztheta axis drive stage 4. On this reference mark board 6, various reference marks are formed like the after-mentioned. The reference mark currently illuminated from the back side by the illumination light led to the Ztheta axis drive stage 4 side, i.e., a luminescent reference mark, is in these reference marks.

[0033]The reticle alignment microscopes 19 and 20 for observing simultaneously the reference mark on the reference mark board 6 and the mark on the reticle 12 are equipped above the reticle 12 of this example. In this case, when the deflection mirrors 15 and 16 for leading the detection light from the reticle 12 to the reticle alignment microscopes 19 and 20, respectively are arranged enabling free movement and an exposure sequence is started, under the instructions from the main control system 22A. The deflection mirrors 15 and 16 are evacuated by the mirror driving devices 17 and 18, respectively. The alignment apparatus 34 of the off-axis method for observing the alignment mark (wafer mark) on the wafer 5 to the lateral portion of the direction of Y of the projection optical system 8 is arranged.

[0034]The keyboard 22C for inputting the command from an operator is connected to the main control system 22A. There is quick mode for measuring in simple the amount of baselines other than the mode which measures with high precision, etc. like the after-mentioned in the projection aligner of this example. The mode in which an operator is performed to the main control system 22A via the keyboard 22C after this directs the high precision mode or quick mode.

[0035]Next, in the projection aligner of this example, it explains with reference to the flow chart of drawing 2 per sequence after loading the wafer 5 and the reticle 12 until it ends alignment. In Step 101 of drawing 2, PURIARAIMENTO of the reticle 12 is first performed on an outside standard on a reticle loader (after-mentioned). Drawing 3 is shown and the reticle loader system for conveying the reticle 12 on the reticle minute drive stage 11 of drawing 1 the reticle loader of this drawing 3. It comprises the two reticle arms 23A and 23B, the arm axis of rotation 25 connected with these reticle arms 23A and 23B, and the rolling mechanism 26 which rotates this arm axis of rotation 25. The slots 24A and 24B for vacuum absorption are formed in the reticle mounting surface of the reticle arms 23A and 23B, respectively, and the reticle arms 23A and 23B are supported so that it can rotate independently via the arm axis of rotation 25, respectively.

[0036]At the time of loading of the reticle 12, the reticle 12 is received and passed on the reticle arm 23A from other reticle conveyer styles (un-illustrating) by position A3. In this case, the reticle arm 23B of another side is used for taking out of the reticle used, for example by the previous process. Next, after the reticle 12 is aligned by fixed accuracy on an outside standard on the reticle arm 23A, vacuum absorption of the reticle 12 is carried out on the reticle arm 23A by the reticle outside Puri alignment mechanism (un-illustrating) installed near position A3. Next, in Step 102 of drawing 2, the rolling mechanism 26 rotates the reticle arm 23A via the arm axis of rotation 25, and moves the reticle 12 to the position B3 of the direction (position in readiness of the reticle drive stage 10 of drawing 1 (delivery position)) of Y.

[0037]At this time, the slot 24A for vacuum absorption is the direction which intersected perpendicularly with the absorption position on the reticle minute drive stage 11, And since it is in the position besides the pattern space of the reticle 12, after the reticle minute drive stage 11 has moved to the tip of the y direction which is a scanning direction, as for the

reticle arm 23A, the reticle 12 can be taken in and out of on the reticle minute drive stage 11 freely. If the reticle 12 reaches on the reticle minute drive stage 11 (refer to drawing 1), it will fall in - Z direction, the reticle 12 will be laid in the vacuum absorption side on the reticle minute drive stage 11, and the reticle arm 23A will evacuate the arm axis of rotation 25 after the completion of delivery of the reticle 12. Then, the reticle minute drive stage 11 conveys the reticle 12 in the direction of the position C3, and goes to it. In this case, the reticle arms 23A and 23B are that drive independently, for example, each performs reticle load and reticle unloading simultaneously, and reticle replacement speed is improving.

[0038]Next, although the reticle 12 is aligned at 103 or less step of drawing 2, it explains per the mechanism for it, and operation. Drawing 4 (a) shows arrangement of the alignment mark (reticle mark) on the reticle 12, and drawing 4 (b) shows the slit shape ***** 32 grade in the effective exposure field of a projection optical system, and the conjugate field 33R on reticle. Let a direction vertical to a y direction be a x direction by making a scanning direction into a y direction. The reticle mark which the shade part 31 is formed in the circumference of the pattern space of the center section on the reticle 12, and is formed in the outside of this shade part 31 in drawing 4 (a). It is divided into the fine alignment marks 29A-29D, and 30A-30D. [the alignment marks 27 and 28 for rough searches, and] The alignment mark 27 for rough searches by the side of the right-hand side, It is formed along the y direction which is a scanning direction from a long linear shape pattern and the cross-joint pattern formed in the both ends of this linear shape pattern, and the alignment mark 28 for rough searches by the side of the left side is constituted as symmetrically as the alignment mark 27 for rough searches by the side of the right-hand side.

[0039]Between the shade part 31 by the side of the right-hand side, and one cross-joint pattern of the alignment mark 27 for rough searches, A y direction is approached, the fine alignment marks 29A and 29B are formed, between the shade part 31 by the side of the right-hand side, and the cross-joint pattern of another side of the alignment mark 27 for rough searches, a y direction is approached and the fine alignment marks 29C and 29D are formed. The fine alignment marks 30A-30D are symmetrically formed in the left side side with these fine alignment marks 29A-29D. These fine alignment marks 29A-29D, and 30A-30D, At drawing 4 (a), although only shown as a cross shape mark, as actually shown in drawing 4 (c), respectively, 2 sets of three linear shape patterns are arranged with a prescribed interval to a x direction, and 2 sets of three linear shape patterns are arranged with a prescribed interval to a y direction.

[0040]In Step 103 of drawing 2, the reticle alignment microscope (henceforth "RA microscope") 20 of drawing 1 detects the alignment mark 28 for rough searches by the side of the left side of drawing 4 (a) first. When drawing 4 (b) shows the observation areas 19R and 20R on the reticle 12 of the RA microscopes 19 and 20 in this case and rough search is performed, the alignment marks 27 and 28 for rough searches are outside the observation areas 19R and 20R, respectively.

And it is outside an effective exposure field and the conjugate field 33R.

Although this needs to enlarge the alignment marks 27 and 28 for rough searches for rough search, when the exposure field of a projection optical system is enlarged according to it, it is because it is necessary to enlarge the diameter of a projection lens and becomes a cost hike. Then, this example explains with reference to drawing 5 per procedure at the time of performing rough search.

[0041]It is the figure to which drawing 5 (a) reduced the enlarged drawing near [one] the cross-joint pattern of the alignment mark 28 for rough searches, and drawing 5 (b) reduced drawing 5 (a).

In this drawing 5 (a) and (b), width of effective-field-of-view $20R_{ef}$ of the square of the RA microscope 20 is set to W, and the designed value of the sum of the drawing error of a pattern and installation error over the outside of the reticle 12 is set to deltaR.

Therefore, as shown in drawing 5 (b), one cross-joint pattern 28a of the alignment mark 28 for rough searches is always contained in the field of the square of width deltaR. Although the candidate for detection is the x-coordinate and y-coordinate of the cross-joint pattern 28a, in this example, effective-field-of-view $20R_{ef}$ of the width W is aslant scanned in the

direction which crosses at 45 degrees to biaxial [of the alignment mark 28], i.e., a x axis and the y-axis. And it asks for the x-coordinate and y-coordinate of the cross-joint pattern 28a as an x-coordinate and a y-coordinate when the alignment mark 28 is crossed on the occasion of the inclining scan.

[0042]For that purpose, the number of search screens which is the minimum number of times that scans the field of the square of the width deltaR by effective-field-of-view $20R_{ef}$ of the width W as what expresses the integer part of the positive real number a with INT (a) is set to $\lceil \text{INT}(\delta R/W)+1 \rceil$. It asks for this number of search screens beforehand. And to the field of the square of the width deltaR centering on the first effective-field-of-view B5, set up effective-field-of-view A5 of the $\lceil \text{INT}(\delta R/W)+1 \rceil$ individual of the width W, B5, C5, and ... aslant, respectively, and the reticle minute drive stage 11 of drawing 1 is driven. The picture within each effective field of view is sampled carrying out stepping of each effective field of view, and setting up in effective-field-of-view $20R_{ef}$ of drawing 5 (a) one by one.

[0043]As shown in drawing 5 (b), at least, the cross-joint pattern 28a of the alignment mark 28 for a search exists all over the search range of width $R\delta R$, and the alignment mark 28 is large enough to a search range. Therefore, if step feed of the effective field of view is carried out to an oblique direction to this alignment mark 28, it turns out with the minimum number of screens that the coordinates of the cross-joint pattern 28a of the alignment mark 28 are detectable. One-dimensional Image Processing Division to the picture signal acquired by adding the scanning line of the full line in the picturized screen may be sufficient as Image Processing Division at that time.

[0044]Various picture signals acquired by drawing 6 adding the scanning line of a full line such are shown. The picture signal along the x direction and y direction where drawing 6 (a) and (d) is obtained by effective-field-of-view A5 of drawing 5 (b). The picture signal along the x direction and y direction where drawing 6 (b) and (e) is obtained in effective-field-of-view B5 of drawing 5 (b), and drawing 6 (c) and (f) are the picture signals along the x direction and y direction which are obtained by the effective field of view C5 of drawing 5 (b). The x-coordinate of the cross-joint pattern 28a is called for from the picture signal of drawing 6 (b), and the y-coordinate of the cross-joint pattern 28a is called for from the picture signal of drawing 6 (f).

[0045]Thus, after detecting the reticle mark 28 for a search, in Step 104 of drawing 2, the alignment mark 27 for rough searches is moved to the observation area of the RA microscope 19, and the position of that alignment mark 27 is detected in a similar manner shortly. However, the portion which does not have a pattern of the reference mark board 6 of drawing 1 in this case is moved into the exposure field of the projection optical system 8, and the portion without that pattern is illuminated from the pars basilaris ossis occipitalis. Thus, by the illumination light ejected from the reference mark board 6, the alignment marks 27 and 28 for these rough searches are illuminated from the rear-face side.

[0046]By the above sequence, the position of the alignment marks 27 and 28 for rough searches to the observation areas 19R and 20R of the RA microscopes 19 and 20 of drawing 4 (b) and correspondence of a Reticulum mark system can be attached roughly. Rough matching with the observation areas 19R and 20R of RA microscope and a wafer-coordinates system can be performed by measuring the reference mark on the reference mark board 6 of drawing 1 under the RA microscopes 19 and 20. Thereby, the rough alignment (rough alignment) which is a grade with which the fine alignment marks 29A-29D and 30A-30D, and the reference mark (after-mentioned) on the reference mark board 6 do not lap is completed.

[0047]However, in this example, in order to make small the lens diameter of the projection optical system 8, divide the alignment mark on the reticle 12 into the alignment mark for rough searches, and the fine alignment mark, but. When the lens diameter of the projection optical system 8 may be enlarged, the alignment mark for these rough searches and a fine alignment mark can be made a common mark. Even in this case, as shown in drawing 5, the technique of carrying out step feed to an oblique direction, and searching an alignment mark can be diverted, and can also search an alignment mark simultaneously under the RA microscopes 19 and 20.

[0048]Next, although the sequence of fine alignment is explained, it explains per detailed composition of a wafer stage and a reticle stage before that. Drawing 7 (a) is a top view of a wafer stage, and the wafer 5 and the reference mark board 6 are arranged on Ztheta axis drive stage 4 in this drawing 7 (a). On Ztheta axis drive stage 4, the moving mirror 7X for the X-axis and the moving mirror 7Y for Y-axes are fixed. The slit shape illuminated field 32W corresponding to the slit shape illuminated field 32 of drawing 4 (b) is illuminated by exposing light on the wafer 5, and the observation areas 19W and 20W are the observation areas 19R and 20R of drawing 4 (b), and conjugate, respectively.

[0049]It is parallel to the X-axis, and the laser beam LWX of interval IL and LW_{of} are irradiated by the moving mirror 7X in accordance with the optical path which passes along the optic axis of a projection optical system, and the reference point of the alignment apparatus 34, respectively. In accordance with the optical path parallel to a Y-axis, the two laser beams LWY1 and LWY2 of interval IL are irradiated by the moving mirror 7Y. The coordinate value measured as an X coordinate of Ztheta axis drive stage 4 with the interferometer which uses the laser beam LWX at the time of exposure is used. The average value $(Y_1+Y_2)/2$ of coordinate value Y_1 and Y_2 measured with the interferometer using the laser beams LWY1 and LWY2 respectively as a Y coordinate are used. The rotation of the hand of cut (the direction of theta) of Ztheta axis drive stage 4 is measured, for example from the difference of coordinate value Y_1 and Y_2 . Based on those coordinates, the position and angle of rotation of an XY plane of Ztheta axis drive stage 4 are controlled.

[0050]Especially the direction of Y that is a scanning direction is using the average value of the measuring result of two interferometers, and is easing the error by the air fluctuation at the time of a scan, etc. by the equalization effect. The position of the X axial direction in the case of using the alignment apparatus 34 of an off-axis method is composition controlled based on the measurement value of the exclusive interferometer which uses laser-beam LW_{of} as what is called an Abbe error does not arise.

[0051]Drawing 7 (b) is a top view of a reticle stage.

In this drawing 7 (b), the reticle minute drive stage 11 is laid on the reticle Y drive stage 10, and the reticle 12 is held on it.

The moving mirror 21x for x axes and the two moving mirrors 21y1 for the y-axes, and 21y2 are fixed to the reticle minute drive stage 11. The laser beam LRx is irradiated in parallel with a x axis by the moving mirror 21x, and laser-beam LRy1 and LRy2 are irradiated in parallel with the y-axis by the moving mirror 21y1 and 21y2, respectively.

[0052]The average value $(y_1+y_2)/2$ of coordinate value y_1 and y_2 measured with two interferometers with which the laser beams LRy1 and LRy2 are used for the coordinates of the y direction of the reticle minute drive stage 11 are used like a wafer stage. The coordinate value measured with the interferometer with which the laser beam LRx is used for the coordinates of a x direction is used. The rotation of the hand of cut (the direction of theta) of the reticle minute drive stage 11 is measured, for example from the difference of coordinate value y_1 and y_2 .

[0053]In this case, the corner cube type reflection element is used as the moving mirror 21y1 of the y direction which is a scanning direction, and 21y2, and the moving mirror 21y1, laser-beam LRy1 which were reflected by 21y2, and LRy2 are reflected and returned by the reflective mirrors 39 and 38, respectively. That is, the interferometer for the reticles is a double pass interferometer, and has composition which a position gap of a laser beam does not produce by rotation of the reticle minute drive stage 11 by this. The slit shape illuminated field 32 and the observation areas 19R and 20R of the RA microscopes 19 and 20 are arranged on the reticle 12 like the wafer stage top. And Ztheta axis drive stage 4 of the reticle 12 and drawing 7 (a) can be observed now only from the observation areas 19R and 20R. Thus, although it is a translation which measures the relation between the reticle 12 and Ztheta axis drive stage 4, and raises the alignment accuracy at the time of exposure, and the rotational accuracy of the reticle 12 and the wafer 5, with reference to drawing 8 and drawing 9, it explains per that method.

[0054]In [the reticle image 12W acquired by drawing 8 (a) projecting the reticle 12 of drawing

4(a) on the reference mark board 6 of drawing 7(a) is shown, and] this drawing 8(a), Mark image 29AW – 29DW conjugate [alignment marks / 29A–29D / of drawing 4(a) / fine], and mark image 30AW [conjugate / alignment marks / 30A–30D / fine] – 30DW are shown. Each mark image 29AW – 29DW and 30AW – 30DW are shape which has arranged three linear shape patterns to four sides, as shown in drawing 8(b), respectively.

[0055] Drawing 8(c) shows arrangement of the reference mark on the reference mark board 6, and the reference marks 35A–35D, and 36A–36D are formed on the reference mark board 6 of this drawing 8(c), respectively by the almost same arrangement as mark image 29AW of drawing 8(a) – 29DW and 30AW – 30DW. These reference marks are illuminated by the illumination light of the same wavelength as exposing light from the rear face of the reference mark board 6. On the reference mark board 6, the reference mark 37A is formed at the position which separated only the interval IL from the middle point of the reference marks 35A and 36A in the direction of Y which is a scanning direction. Interval IL is equal to the amount of baselines which is an interval of the reference point of the projection optical system 8 and the reference point of the alignment apparatus 34 of an off-axis method in drawing 1. Similarly, the reference marks 37B, 37C, and 37D are formed in the position to which only the interval IL separated from the middle point of the reference marks 35B and 36B, the middle point of the reference marks 35C and 36C, and the middle point of the reference marks 35D and 36D in the direction of Y, respectively.

[0056] As the reference marks 35A–35D and 36A–36D are shown in drawing 8(d), respectively, it comprises a linear shape pattern of seven lines x seven rows, and these reference marks 35A–35D and 36A–36D are sizes settled in the inside of mark image 29AW of drawing 8(b) – 30DW. The reference marks 37A–37D use the lattice point when it corresponds of the lattice patterns formed in the direction of X, and the direction of Y with the predetermined pitch, as shown in drawing 8(e).

[0057] In this case, in Step 105 of drawing 2, from the result obtained by Measurement Division of Steps 103 and 104 first. The relative physical relationship and the relative angle of rotation of the reticle 12 and the RA microscopes 19 and 20 are computed, and the fine alignment marks 29A and 30A of drawing 4(a) are moved into the observation area 19R of the RA microscopes 19 and 20, and 20R, respectively. Then, in Step 106, the reference marks 35A and 36A on the reference mark board 6 of drawing 8(c) are moved to the observation areas 19R and 20R and the conjugate observation areas 19W and 20W (refer to drawing 9), respectively. Thereby, as shown in drawing 9(a), mark image 29AW and the reference mark 35A can observe simultaneously in the observation area 19W, and mark image 30AW and the reference mark 36A can observe simultaneously in the observation area 20W. Then, in Step 107 of drawing 2, the detecting signal of a reference mark image corresponding also with the alignment apparatus 34 of an off-axis method is sampled at the same time it changes into an imaging signal the picture observed under the RA microscopes 19 and 20 and samples it.

[0058] In drawing 9(a), the reticle image 12W which is a projection image of the reticle 12 is projected on the reference mark board 6. As shown in drawing 9(c), the observation areas 19W and 20W are in the position which crosses the optic axis in the exposure field of the projection optical system 8, respectively, and the reference mark 37A is settled in the observation area of the alignment apparatus 34 of an off-axis method. And it synchronizes with Ztheta axis drive stage 4 of drawing 7(a) moving to the upper part (the direction of Y) like the time of slit scan exposure. If the reticle minute drive stage 11 of drawing 7(b) moves to the bottom (-y direction), as shown in drawing 9(b) from the 9th (a), the reference mark board 6 and the reticle image 12W will move in the direction of Y together. Since the observation areas 19W and 20W of the RA microscopes 19 and 20 and the alignment apparatus 34 of the off-axis method are being fixed at this time, the mark group (a mark image -- 30 AW 29 AW) by which the bottom of the observation areas 19W and 20W and the alignment apparatus 34 was given to the numerals A Even the mark group (mark image 29DW, 30DW, reference marks 35D, 36D, and 37D) to which the numerals D were given from the reference marks 35A, 36A, and 37A moves and goes.

[0059] First, in the 1st static position of drawing 9(a) after an alignment start. Mark image 29AW and the reference mark 35A are under the observation area 19W. Under the

observation area 20W, mark image 30AW and the reference mark 36A are, the reference mark 37A is under the alignment apparatus 34 of an off-axis method, and the mark to which these numerals A were given is observed altogether simultaneously. After Measurement Division in the 1st static position is completed, the reticle image 12W and the reference mark board 6 are synchronously moved to the 2nd static position by stepping operation. The mark group which existed in the 1st static position under the observation areas 19W and 20W and the alignment apparatus 34 is a mark group to which the numerals A were given, The mark groups which exist in the 2nd static position under the observation areas 19W and 20W and the alignment apparatus 34 are mark groups (mark image 29BP of drawing 8, the reference marks 35B and 37B, etc.) to which the numerals B were given.

[0060]By repeating with the 3rd static position and the 4th static position (state of drawing 9 (b)), the above sequences the mark image of the reticle image 12W and the reference mark on the reference mark board 6, It will be measured in order of the mark group to which the numerals A were given, the mark group to which the numerals B were given, the mark group to which the numerals C were given, and the mark group to which the numerals D were given by the alignment apparatus 34 of the RA microscopes 19 and 20 and an off-axis method, respectively. This operation is operation of Steps 105–110 of drawing 2. Thus, in order to express the measuring result searched for intelligibly, a measuring result is shown in drawing 10.

[0061]The vector of the alignment error from the reference mark 35A to mark image 29AW which amends the measurement result obtained under the RA microscope 19 like the after-mentioned, and is searched for in drawing 10 is set to AL, The vector of the alignment error to mark image 29BW – 29DW is similarly made into BL–DL from the reference marks 35B–35D, respectively. Similarly, the vector of the alignment error to mark image 30BW – 30DW is made into BR–DR from the reference marks 36B–36D, respectively by setting the vector of the alignment error from the reference mark 36A to mark image 30AW to AR. The error vector from the reference marks 37A–37D to the reference point of the alignment apparatus 34 which amends the measuring result obtained with the alignment apparatus 34 of an off-axis method like the after-mentioned, and is searched for is made into AO–DO, respectively.

[0062]And the coordinate value of the x direction measured with the interferometer 14 by the side of the reticle of drawing 1 when the error vector AL, AR–DL, and DR are obtained, The coordinate value obtained using the laser beam LRx of drawing 7 (b), respectively Namely, ReAx–ReDx, The coordinate value obtained using laser-beam LRy1 of the coordinate value of the y direction measured with the interferometer 14 by the side of the reticle of drawing 1 when the error vector AL, AR–DL, and DR are obtained, i.e., drawing 7, (b), and LRy2 is set to ReAy1–ReDy1, ReAy2 – ReAy2, respectively. The coordinate value of the direction of X measured with the interferometer 13 by the side of the wafer of drawing 1 when the error vector AL, AR–DL, and DR are obtained, The coordinate value obtained using the laser beam LWX of drawing 7 (a), respectively Namely, WaAX–WaDX, The coordinate value obtained using laser-beam LWY1 of the coordinate value of the direction of Y measured with the interferometer 13 by the side of the wafer of drawing 1 when the error vector AL, AR–DL, and DR are obtained, i.e., drawing 7, (a), and LWY2 is set to WaAY1–WaDY1, WaAY2 – WaDY2, respectively.

[0063]The coordinate value of the direction of X acquired with the interferometer only for an alignment apparatus of the off-axis method when error vector AO–DO is obtained, i.e., the coordinate value obtained using laser-beam LW_{OF} of drawing 7 (a), is made into WaAOX–WaDOX, respectively. In this case, as shown in drawing 7 (a), the interval of the direction of X of laser-beam LWY1 by the side of a wafer and LWY2 is IL, and the interval by the side of the wafer of laser-beam LRy1 by the side of reticle and LRy2 is RL.

[0064]Next, in order [, such as the error vector AL of drawing 10] to explain per [for which it asks] way, the composition of the RA microscope 19 of drawing 1 is explained in detail. Drawing 11 shows the RA microscope 19 and this illumination system, and illumination-light EL of the same wavelength as exposing light is led to the inside of Ztheta axis drive stage 4 via the optical fiber 44 in this drawing 11 from the exterior of Ztheta axis drive stage 4. Exposing light may be relayed by a lens system instead of the optical fiber 44. The illumination light drawn such illuminates the reference marks 35A–35D on the reference mark

board 6 through the lens 45A, the beam splitter 45B, and the lens 45C. The illumination light which penetrated the beam splitter 45B is illuminating the reference marks 36A–36D on the reference mark board 6 through the lens 45D, the lens 45E, the mirror 45F, and the lens 45G.

[0065]For example, the light which penetrated the reference mark 35A carries out image formation of the image of the reference mark 35A on the fine alignment mark 29 on the reticle 12 via the projection optical system 8. The light from the image and the alignment mark 29 of the reference mark 35A, The half mirror 42 is reached through the deflection mirror 15, the lens 40A, and the lens 40B, and the light divided into two by the half mirror 42 enters into the imaging surface of the image sensor 43X for the X-axis, and the image sensor 43Y for Y-axes which consists of two-dimensional CCD, respectively. The image of the fine alignment mark 29A as shown in drawing 12 (a), respectively, and reference mark 35 image 35AR is projected on the imaging surface of these image sensors 43X and 43Y. In this case, although imaging screen 43Xa of the image sensor 43X for the X-axis is a field parallel to the direction of X on a wafer stage and the direction of a horizontal scanning line is also the direction of X, Imaging screen 43Ya of the image sensor 43Y for Y-axes is a field parallel to the direction of Y on a wafer stage, and the direction of a horizontal scanning line is also the direction of Y.

[0066]Therefore, the amount of position gaps of the direction of X of the reference mark 35A and the alignment mark 29A is calculated from the averaging of imaging signal S4X of the image sensor 43X, The amount of position gaps of the direction of Y of the reference mark 35A and the alignment mark 29A is calculated from the averaging of imaging signal S4Y of the image sensor 43Y. These imaging signal S4X and S4Y are supplied to the signal processor 41.

[0067]If it explains to details taking the case of the case where the mark group to which the numerals A were given is being aligned, more, under the RA microscope 19, the alignment mark 29A and reference mark image 35AR which are shown in drawing 12 (a) will be observed simultaneously. In this drawing 12 (a), picture signal S4X and S4Y in imaging screen 43Xa surrounded with the dashed line and 43Ya are detected by analog-to-digital conversion as a digital signal within the signal processor 41. Averaging of the image data on each scanning line is independently carried out by the X-axis and a Y-axis within the signal processor 41, and picture signal S4X' for the X-axis and picture signal S4Y' for Y-axes by which averaging was carried out come to be shown in drawing 12 (b) and (c), respectively. These image data is processed as a one-dimensional image processing signal, respectively.

[0068]Thus, if data processing of the acquired signal is carried out with the signal processor 41, relative position gap AL'_X of the direction of X of mark image 29AW of the reticle 12 of drawing 10 and the reference mark 35A of the reference mark board 6 and the direction of Y and AL'_Y will be called for. And relative position gap AR'_X of the direction of X of mark image 30AW and the reference mark 36A and the direction of Y and AR'_Y are called for under the RA microscope 20 of drawing 1. Similarly, the relative position gap with the relative position gap with mark image 29BW of drawing 10 – 29DW, and the reference marks 35B–35D and mark image 30BW – 30DW, and the reference marks 36B–36D is called for.

[0069]However, the picture signal corresponding to the alignment mark 29A of drawing 12 (b) and the picture signal corresponding to reference mark image 35AR are having the position controlled, for example by the interferometer by the side of reticle, and the interferometer by the side of a wafer, respectively. Therefore, the Measurement Division coordinates ReAx of the interferometer by the side of the reticle at the time of measuring the mark group (29AW of drawing 10, 35A, 30AW, 36A) to which the numerals A were given, for example, ReAy1, and ReAy2, deltaWaAX, and delta WaAY1 and delta WaAY2 arise to the Measurement Division coordinates WaAX of the interferometer by the side of a wafer, WaAY1, and WaAY2.

[deltaReAx which is the Measurement Division error (= actual measurement–preset value) resulting from the following error of each stage, delta ReAy1 and delta ReAy2 and] This Measurement Division error is included in relative position gap AL'_X for which the point was called for by an operation, and AL'_Y .

[0070]Then, the result of having deducted those errors from the relative position gap

obtained by Measurement Division like a following formula becomes X ingredient AL_X of the vector AL of the alignment error of drawing 10, and Y ingredient AL_Y . however, a following formula — setting $(1/M)$ — it is the reducing magnification of the projection optical system 8, and IL and RL are the intervals explained by drawing 7, respectively.

[0071]

[Equation 1] $AL_X = AL'_X - \delta ReAx / M - \delta WaAx$ [0072]

[Equation 2] $AL_Y = AL'_Y - \delta ReAy_1 / M - (\delta WaAY_1 + \delta WaAY_2) / 2 - (\delta WaAY_2 - \delta WaAY_1)$ and RL / IL

[0073]Similarly, X ingredient AR_X of vector AR of the alignment error of drawing 10 and Y ingredient AR_Y are also called for from a following formula.

[0074]

[Equation 3] $AR_X = AR'_X - \delta ReAx / M - \delta WaAx$ [0075]

[Equation 4] $AR_Y = AR'_Y - \delta ReAy_2 / M - (\delta WaAY_1 + \delta WaAY_2) / 2 - (\delta WaAY_2 - \delta WaAY_1) x RL / IL$

[0076]Next, although error vector AO-DO of drawing 10 produced by amending the result obtained by the alignment apparatus 34 of an off-axis method is explained therefore, with reference to drawing 13, it explains per composition of the alignment apparatus 34.

[0077]Drawing 13 shows the composition of that alignment apparatus 34, and in this drawing 13 the light from the reference mark on the reference mark board 6, Deviate in the deflection mirror part 46, enter into the half prism 47, and the light reflected by the half prism 47 tends toward the alignment optical system (henceforth "a FIA optical system") 48 of the image processing method using white light. The light which penetrated the half mirror enters into the alignment optical system (henceforth "a LIA optical system") 52 for a heterodyne beam to detect the diffracted light from a lattice mark.

[0078]First, if it explains from the FIA optical system 48 side, after the illumination light from the illumination light source 49 passes through the FIA optical system 48, it will be deflected by the half prism 47 and the deflection mirror 46, and will illuminate the reference mark on the reference mark board 6. The returned light follows the same optical path, and returns to the FIA optical system 48, and the light which passed the FIA optical system 48 enters into the half prism 50A. The light flux which penetrated the half prism 50A carries out image formation of the reference mark image on the reference mark board 6 on the imaging surface of the image sensor 51X for the X-axis which consists of two-dimensional CCD. The light flux reflected by the half prism 50A carries out image formation of the reference mark image on the reference mark board 6 on the imaging surface of the image sensor 51Y for Y-axes which consists of two-dimensional CCD.

[0079]On the imaging surface of each image sensor 51X and 51Y, image formation of the picture as shown in drawing 14 (a) is carried out. The reference mark on the reference mark board 6 is a lattice point of a lattice-like pattern, and the image 37P of the pattern of the shape of the lattice is projected on drawing 14 (a). In the lattice pitch on the reference mark board 6 of the image 37P of the pattern of the shape of the lattice, if width of P and a dark line is set to L, the width L is set up quite smaller than lattice pitch P. Image formation of the reference mark (index mark) image 48X1 for the directions of X illuminated by the illumination light other than the illumination light of the reference mark board 6, 48X2 and the index mark image 48Y1 for the directions of Y, and 48Y2 is carried out to the imaging surface. The position of the reference mark on the reference mark board 6 is detectable on the basis of the position of these index mark image.

[0080]Specifically, imaging region 51Xa of a direction [conjugate / in drawing 14 (a) / as the direction of X] and imaging region 51Ya of the direction of Y and a conjugate direction are picturized with the image sensors 51X and 51Y of drawing 13, respectively. The directions of the horizontal scanning line of the image sensors 51X and 51Y are the direction of X and the direction of Y, and a conjugate direction, respectively, and each imaging signal S5X of the image sensors 51X and 51Y and S5Y are supplied to the signal processor 56 of drawing 13. In the signal processor 56, averaging of the imaging signal S5X and the S5Y is carried out, respectively, picture signal S5X' of drawing 14 (b) and picture signal S5Y' of drawing 14 (c)

are obtained, and it asks for the position gap of a reference mark made into the object on the reference mark board 6 from these picture signals. Still more detailed composition is indicated by Tokuganhei4-16589.

[0081]When the reference mark made applicable to detection is the reference mark 37A of drawing 10, the relative position gap of the direction of X and the direction of Y to the reference mark of the reference mark 37A obtained by Image Processing Division of drawing 14 (a) is made into AO'_{fx} and AO'_{fy} , respectively. Since the position of the reference mark board 6 at this time is managed by the wafer-coordinates system, the value which lengthened the following error and rotational error of Ztheta axis drive stage 4 of drawing 7 (a) becomes X ingredient AO_x of the error vector AO of drawing 10, and Y ingredient AO_y from that measuring result. However, X ingredient AO_x and Y ingredient AO_y corresponding to the FIA optical system 48 of drawing 13 are made into AO_{fx} and AO_{fy} , respectively. That is, a following formula is obtained.

[0082]

$$[Equation 5] AO_{fx} = AO'_{fx} - (WaAOX - WaAX)$$

[0083]

[Equation 6]

$$AO_{fy} = AO'_{fy} - (WaAY1 + WaAY2) / 2$$

[0084]On the other hand, in an alignment system including the LIA optical system 52 of drawing 13, after the laser beam from the laser light source 53 penetrates the LIA optical system 52 and the half prism 47, it is deflected by the deflection mirror 45 and enters into the reference mark of the shape of a diffraction grating on the reference mark board 6. The diffracted light which the diffracted light from the reference mark followed the same optical path, returned to the LIA optical system 52, and passed the LIA optical system 52 is divided into two by the half prism 50B, and enters into the photo detector 55X for the directions of X, and the photo detector 55Y for the directions of Y.

[0085]In this case, the laser beam from the laser light source 53 is divided into two within the LIA optical system 52, and the delta frequency of Δf is given to the frequency of these two laser beams by the internal frequency shifter. The interference light of these two laser beams is received with the photo detector 54, and the reference signal S6 of frequency Δf is outputted from the photo detector. By a suitable incidence angle with the laser beam (heterodyne beam) from which these two frequency differs, the reference mark of the shape of a diffraction grating on the reference mark board 6 glares, and the primary [**] diffracted light of these [by the reference mark] two laser beams returns vertically to the reference mark board 6 in parallel. Although, as for the interference light of the primary [**] light, light intensity changes by frequency Δf , a phase changes according to the X coordinate and Y coordinate of a reference mark. And it is outputted from the photo detector 55X by the beat signal S7X of frequency Δf with which the phase is changing according to the X coordinate of a reference mark, and from the photo detector 55Y. The beat signal S7Y of frequency Δf with which the phase is changing according to the Y coordinate of a reference mark is outputted, and the reference signal S6 and the beat signal S7X, and S7Y are supplied to the signal processor 56.

[0086]When the reference mark for detection is made into the reference mark 37A of drawing 10, the signal processor 56 of drawing 13. As are shown in drawing 14 (d), and it asks for position gap AO'_{LX} of the direction of X of the reference mark 37A and is shown in drawing 14 (e) from phase contrast $\Delta \phi_x$ of the reference signal S6 and the beat signal S7X, It asks for position gap AO'_{LY} of the direction of Y of the reference mark 37A from phase contrast $\Delta \phi_y$ of the reference signal S6 and the beat signal S7X. The value which lengthened the following error and rotational error of Ztheta axis drive stage 4 of drawing 7 (a) becomes X ingredient AO_x of the error vector AO of drawing 10, and Y ingredient AO_y from this measuring result. However, X ingredient AO_x and Y ingredient AO_y corresponding to the LIA optical system 52 of drawing 13 are made into AO_{LX} and AO_{LY} , respectively. That is, a following formula is obtained.

[0087]

[Equation 7] $AO_{LX} = AO'_{LX} - (WaAOX - WaAX)$

[0088]

[Equation 8]

$AO_{LY} = AO'_{LY} - (WaAY_1 + WaAY_2) / 2$ [0089] If it aligns in the position of the mark group to which the numerals A of drawing 10 were given as mentioned above, eight data, AL_x , AL_y , AR_x , AR_y , AO_{fx} , AO_{fy} , AO_{LX} , and AO_{LY} , will be measured. 32 data (=8x4) is called for by performing Measurement Division to the mark group to which the mark group to which the numerals A were given by such a sequence – the numerals D were given. Among these 32 data, the data obtained under the RA microscopes 19 and 20 is memorized as the data measuring D_{xn} and D_{yn} , and the data obtained by the alignment apparatus 34 of the off-axis method is memorized as the data measuring A_{xn} and A_{yn} . Then, operation shifts to Step 111 of drawing 2.

[0090] As opposed to data measuring D_{xn} on Step 111 of drawing 2, and corresponding to the RA microscopes 19 and 20, and D_{yn} . These relations are as follows when the coordinates of the x direction and y direction in the coordinate system which enabled it to actually change a Reticulum mark system and a wafer-coordinates system only by a linear error are made into F_{xn} and F_{yn} .

[0091]

[Equation 9]

$$\begin{bmatrix} F_{xn} \\ F_{yn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_x & -R_x \cdot (\omega + \theta) \\ R_y \cdot \theta & R_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} O_x \\ O_y \end{bmatrix}$$

[0092] A following formula will be materialized if the nonlinear errors of a x direction and a y direction are made into ϵ_{xn} and ϵ_{yn} .

[0093]

[Equation 10]

$$\begin{bmatrix} \epsilon_{xn} \\ \epsilon_{yn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{xn} \\ F_{yn} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 - R_x & -R_x \cdot (\omega + \theta) \\ R_y \cdot \theta & 1 - R_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} O_x \\ O_y \end{bmatrix}$$

[0094] And the value of the six parameters Rx of (several 9), Ry, theta, omega, Ox, and Oy is computed using the least squares approximation so that these nonlinear errors (ϵ_{xn} , ϵ_{yn}) may serve as the minimum. The scaling parameter Rx of a x direction shows the magnification error of the x direction of the reticle 12 and the reference mark board 6 here, and the scaling parameter Ry shows the scaling error of the scanning direction (y direction) of a Reticulum mark system and a wafer-coordinates system. As for the angle parameter theta, the reticle 12, the reference mark board 6, a rotational error, and angle parameter omega show the offset value of both x direction and a y direction, respectively, as for the parallelism of the scanning direction of a Reticulum mark system and a wafer-coordinates system, and the offset parameters Ox and Oy.

[0095] Next, the amount of baselines is calculated in Steps 112 and 113 of drawing 2. In this case, the offset at the time of the amount Measurement Division of baselines serves as ($\langle Ax \rangle - O_x$, $\langle Ay \rangle - O_y$) by setting to $\langle Ax \rangle$ and $\langle Ay \rangle$ the average value of data A_{xn} and A_{yn} measured with the alignment apparatus 34 of the off-axis method, respectively. Therefore, the interferometer which uses the laser beam LWX of drawing 7 (a) at the time of alignment. The interferometer using laser-beam LW_{OF} from (also calling it "the interferometer LWX for exposure" hereafter). In switching control to ("interferometer LW_{OF} only for off-axis" is called hereafter) and using the FIA optical system 48 of drawing 13, it sets the measured average value of data A_{xn} and A_{yn} to $\langle Afx \rangle$ and $\langle Afy \rangle$, respectively. And what is necessary is to give

offset of offset ($\langle Afx \rangle - Ox$, $\langle Afy \rangle - Oy$) to the measurement value of the interferometer corresponding to laser-beam LWY1 of drawing 7 (a), LWY2, and LW_{OF}, and just to perform an alignment process. On the other hand, in using the LIA optical system 52 of drawing 13, it sets the measured average value of data A_{xn} and A_{yn} to $\langle ALx \rangle$ and $\langle ALy \rangle$, respectively. And what is necessary is just to give offset of ($\langle ALx \rangle - Ox$, $\langle ALy \rangle - Oy$) to the measurement value of an interferometer.

[0096]The above amendment method means setting up the standard coordinates of a stage coordinate system based on the reference mark on the reference mark board 6. In this case, in other words, the axis which passes along the reference marks 37A-37D on the reference mark board 6, for example turns into a reference axis, and the reading value (yawing value) of interferometer LW_{OFonly for off-axis} on this reference axis at the time of setting the reading value of the interferometer LWX for exposure to 0 on this reference axis is calculated. And the result of having amended the yawing value to the reading value of the interferometer LWX for exposure, and the actual reading value of interferometer LW_{OFonly for off-axis} at the time of exposure, respectively as "an interferometer value for delivery", Alignment of the wafer 5 is performed based on the interferometer value for this delivery.

[0097]On the other hand, for example in drawing 7 (a), the method of using the reference axis of a stage coordinate system as the moving mirror 7X for the X-axis may be used. In this case, the measurement value itself is used, without resetting simultaneously the reading value of the interferometer LWX for exposure, and the reading value of interferometer LW_{OFonly for off-axis} (0), delivering in the state of drawing 7 (a), first, at the time of future exposure, and using the interferometer value of business. On the other hand at the time of alignment, it asks for angle-of-inclination theta_{XF} to the moving mirror 7X of the reference axis which passes along the reference marks 37A-37D on the reference mark board 6, for example, The value obtained by amending IL-theta_{XF} to it to the reading value of interferometer LW_{OFonly for off-axis} is used using interval IL of the laser beam LWX and LW_{OF}. Thereby, at the time of the ordinary exposure, the reading value of the interferometer LWX for exposure and the reading value of interferometer LW_{OFonly for off-axis} can be used now as it is.

[0098]Next, measurement data D_{xn} and D_{yn} . Since only the relative error of a wafer-coordinates system and a Reticulum mark system is expressed, when least-squares-approximation calculation is performed on a wafer-coordinates system standard, all of the called-for parameter Rx, Ry, theta, omega, Ox, and Oy are expressed with the linear error of a Reticulum mark system on the basis of a wafer-coordinates system. Then, what is necessary is just to drive reticle based on the new coordinates (r_{xn} , r_{yn}) searched for from the following formula according to the motion of a wafer-coordinates system, if the x-coordinate and y-coordinate of a Reticulum mark system are made into r'_{xn} and r'_{yn} , respectively.

[0099]

[Equation 11]

$$\begin{bmatrix} r_{xn} \\ r_{yn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_x & -R_x \cdot (\omega + \theta) \\ R_y \cdot \theta & R_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r'_{xn} \\ r'_{yn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Ox \\ Oy \end{bmatrix}$$

[0100]since the offset Ox and amendment of Oy are already made by the reticle side in this processing -- offset of ($\langle Ax \rangle$, $\langle Ay \rangle$) may only be amended as an amount of baselines. When [all] based on a Reticulum mark system, it is also possible to bring a reverse result and to amend by a wafer-coordinates system. These amendments are amended by a wafer-coordinates system at the time of rough alignment, it may divide like carrying out by a Reticulum mark system at the time of fine alignment, and it may be controlled.

[0101]Since the check of reticle alignment and the amount of baselines is performed as mentioned above using two or more marks at the time of one reticle alignment according to this example, It becomes possible to equalize the depiction error of reticle, and reticle and

the alignment error of a wafer, and alignment accuracy improves. Since all of these processes are performed simultaneously, a throughput also improves. Since the reference mark board 6 which can measure two or more reference marks simultaneously in a non-scanning direction (the direction of X) is adopted, the error by the air fluctuation of the optical path of an interferometer does not arise.

[0102] However, since the reference mark board 6 moves to a scanning direction in step, the influence by air fluctuation can be considered. When performing processing which used the LIA optical system 52 of drawing 13 at the time of the check of the amount of baselines for the reason, use the output value of the photo detectors 55X and 55Y, and the position of a wafer stage (Ztheta axis drive stage 4 grade) is locked. If the check of reticle alignment and the amount of baselines is performed, the influence of air fluctuation will be suppressed to the minimum. The reticle mark of this example is arranged at a total of eight places of four corners of the reticle 12. In order to investigate the correspondence relation between a Reticulum mark system and a wafer-coordinates system, not only offset but the parameter Rx, Ry, theta, and omega are required for this, and depend it on it being more advantageous to the determination of the parameter Ry, theta, and omega to have arranged the mark in four corners. When using the luminescent reference mark board 6, it is because it is difficult for a light-emitting part to have restriction and to make the whole surface on the reference mark board 6 emit light.

[0103] If the number of reticle marks on the reticle 12 is set to n, the offset parameter Ox and Oy will be equalized by $1/n^{1/2}$, and the error of other parameters will also become small. Therefore, an error becomes small, so that the reticle mark n [several] is increased. The result of having carried out the simulation of the relation between the error of the reticle mark n [several] and a parameter and the error of the amount of baselines to below is shown. Below, it is 3 times the standard deviation sigma, and a unit [nm] expresses dispersion in four corners in the new coordinate system of (several 11).

[0104]

[Table 1]

レチクル マーク数n	RX, Ry, θ, ω の誤差		ベースライン量 の誤差		
座標軸	X	Y	X	Y	悪い方の自乗和
4	9.59	10.96	8.8	7.2	16.00
8	7.10	7.92	6.2	5.1	9.43
12	5.86	6.48	5.1	4.2	7.77
16	5.03	5.80	4.4	3.6	6.83

[0105] As mentioned above, by considering it as the eight reticle marks n [several] shows that accuracy of the check of 50 nm and the stepping error of a stage of reticle alignment and the amount of baselines also as 10 nm is made to 10 nm or less by the reticle drawing error. That is, if it is less than restriction of the luminescent reference mark board 6, processing speed is carried out early and many reticle marks n [several] are taken, it will also become possible to raise accuracy more.

[0106] In this case, although the patterning error on the reference mark board 6 and the distortion error of the projection optical system 8 remain as errors into a new coordinate system, Since these do not almost have change, it will be satisfactory if the error acquired in the exposing result as compared with referred data at the time of device adjustment is removed as system offset. In above-mentioned working example, as shown in drawing 8 (c), two or more reference marks 35A-35D are formed on the reference mark board 6, and two or more reference marks 37A-37D are also formed. However, even if it uses only the one reference mark 35A and the one reference mark 37A, for example, the influence of the drawing error of the pattern on the reticle 12 can be reduced by scanning only the reticle 12

and equalizing a measuring result.

[0107]Next, it explains with reference to the flow chart of drawing 15 per 2nd working example of this invention, and drawing 16. About this, the reticle alignment mode of the 1st above-mentioned working example uses 4 sets of fine alignment marks 29A-29D and 30A-30D on reticle, and performs reticle alignment of FAIN. However, after reticle alignment of FAIN is once performed by the method of the 1st working example, When the scaling error of a scanning direction or the parallelism of the Reticulum mark system of a scanning direction and a wafer-coordinates system is small, it may be made to perform reticle alignment and base line measurement using 1 set of fine alignment marks. Thus, the alignment mode in which magnification (Rx) Measurement Division of a non-scanning direction, rotation (theta) Measurement Division, and the Measurement Division to three items of base line measurement are carried out using 1 set of fine alignment marks is called "quick mode." This quick mode can be applied also when it turns out beforehand that the drawing error of the fine alignment marks 29A-30D on the reticle 12 is still smaller.

[0108]In this quick mode, for example 1 set of fine alignment marks 29A and 30A on the reticle 12, Magnification (Rx) Measurement Division of a non-scanning direction, rotation (theta) Measurement Division, and the Measurement Division to three items of base line measurement are carried out using 1 set of reference marks 35A and 36A on the reference mark board 6, and the one reference mark 37A on the reference mark board 6. However, in order to amend the drawing error of 1 set of fine alignment marks 29A and 30A in the case of this quick mode, it is necessary to memorize the drawing error of the marks 29A and 30A searched for by the fine alignment sequence.

[0109]Operation of this 2nd working example is explained with reference to drawing 15 and drawing 16. Operation of drawing 15 and drawing 16 is the operation which added quick mode to operation of drawing 2.

A fine mode and quick mode can be switched.

In the step of drawing 15, identical codes are given to the step corresponding to the step of drawing 2, and the detailed explanation is omitted.

[0110]In drawing 15, like [Steps / 101-104] the case of drawing 2, the reticle 12 is laid on a reticle electrode holder, and the RA microscopes 19 and 20 detect the position of the alignment marks 27 and 28 for rough searches, respectively. Next, one of a fine mode and the quick modes is chosen at Step 115. This selected result is beforehand directed from the operator via the keyboard 22C of drawing 1. However, the pattern information of the reticle 12, etc. are read by an unillustrated bar code reader, and it may be made for the main control system 22A to choose alignment mode automatically based on this result.

[0111]If a fine mode is chosen, Steps 105-113 of drawing 15 will be performed, and base line measurement using the measuring result of the reticle alignment and fine alignment using two or more fine alignment marks and two or more reference marks will be performed like the above-mentioned. And at Step 114, in the new coordinate system top on the reticle 12, the drawing error (henceforth a "mark error") of the position of the actual fine alignment marks 29A and 30A to an original position is searched for, and the mark error is memorized to the storage parts store within the main control system 22A. When searching for a mark error, from the relation (conversion parameter) for which it asked at Step 113. It asks for a Reticulum mark system on the basis of a wafer-coordinates system, and the nonlinear errors of the measured coordinate value to the design coordinate value of the fine alignment marks 29A-29D and 30A-30D are searched for on this Reticulum mark system. These nonlinear errors turn into a mark error. Thus, the mark error on the new coordinate system on reticle is memorized from the result of Steps 112 and 113 at the time of fine alignment. When the reticle drawing error is measured beforehand, an operator may carry out the direct entry of the drawing error. An effect is large especially when linear elements are contained in a drawing error.

[0112]On the other hand, if quick mode is chosen at Step 115, operation will shift to Step 116 of drawing 16. And in Steps 116-118, the same operation as Steps 105-107 of drawing 15 is performed. In quick mode, namely, one pair of fine alignment marks 30A and 29A on the reticle 12, And the image of one pair of reference marks 36A and 35A on the reference mark board 6 is observed under RA microscope, and the alignment apparatus 34 of an off-axis

method detects the one reference mark 37A. The position of the mark detected with the alignment apparatus 34 of the mark observed under RA microscope in the second half and off-axis method of Step 119 is searched for. Then, in Step 119, the mark error searched for at Step 114 of drawing 15 is amended to the position from which the fine alignment marks 30A and 29A on the reticle 12 were detected. Thereby, the number of the mark measured in quick mode can amend the pattern drawing error on the reticle 12 at least almost to the same extent as the case in the fine alignment mode of the 1st working example.

[0113]Next, in Step 120, the magnification error Rx of a non-scanning direction of the six conversion parameters (Rx, Ry, theta, omega, Ox, Oy) of (several 9), the rotation theta and the offset Ox, and Oy are calculated based on the position of each mark obtained by amendment at Step 119. As shown in drawing 8 (a) and (c), specifically, the magnification error Rx of a non-scanning direction is searched for from the difference of the mark interval of the direction (non-scanning direction) of X of the surveyed reference marks 35A and 36A, and the interval of the direction of X of mark image 29AW and 30AW. It asks for the rotation theta from the difference of a position gap of the direction (scanning direction) of Y of the reference marks 35A and 36A, and a position gap of the direction of Y of mark image 29AW and 30AW, and a mark interval. The offset Ox and Oy are calculated from the average amount of position gaps of a reference mark and the mark image of reticle.

[0114]In this quick mode, since the mark made applicable to Measurement Division is two pieces at a time in the reticle and reference mark board 6 side, it can determine four of six conversion parameters of (several 9). Then, the value of four conversion parameters is calculated as mentioned above. The magnification error Ry of a scanning direction can be searched for by choosing the two fine alignment marks 29A and 29D located in a line, for example in the direction of Y of drawing 4, and the two reference marks 35A and 35D of drawing 8 (c) for Measurement Division.

[0115]And reticle alignment is performed based on the magnification error Rx of the non-scanning direction called for at Step 120, the rotation theta and the offset Ox, and Oy. Measurement Division of the magnification error prepares beforehand the magnification error corresponding to a part for the gap of the measurement value of each mark to the designed value of each mark as a table, and it applies a part for the gap of the measurement value of each mark to the designed value of each mark to the table, and it may be made to search for a magnification error.

[0116]Next, in Step 121, base line measurement is performed using the measurement value of the center coordinates of the reference marks 35A and 36A, and the measurement value of the reference mark 37A. Thus, according to this example, perform fine alignment mode once and the drawing error (mark error) of the pattern of the reticle 12 is searched for. Since it is amending the mark error in performing alignment in quick mode, it is a high throughput and the projection aligner of a slit scan method can be aligned with high precision.

[0117]Next, with reference to the flow chart of drawing 17, it explains per 3rd working example of this invention. Whenever it carries out specified number exchange of the wafer (i.e., whenever this 3rd working example is exposed to the wafer of a specified number), it performs reticle alignment and base line measurement in above-mentioned quick mode. In this example, after exchanging reticles with the projection aligner of drawing 1, an example of operation in the case of exposing the pattern of the reticle 12 one by one is explained to several 100 wafers with reference to drawing 17.

[0118]First, in Step 211 of drawing 17, the reticle used before is exchanged for the reticle 12 of drawing 1, and exposure operation is started. In this case, the reticle alignment in quick mode and the operation of a baseline check which are shown in Steps 101-104, and 115 of drawing 15 and Steps 116-121 of drawing 16 are performed. Then, the number of sheets of the wafer which will be exposed as an initial value by the time it next performs reticle alignment and a baseline check is set as the variable N at Step 212, and a wafer is loaded on the wafer stage 4 at Step 213. However, a new wafer is loaded after unloading the wafer exposed [the] (taking out), when there is a wafer already exposed at Step 213.

[0119]Next, it is investigated whether it is the timing which performs whether the variable N is 0 and reticle alignment, i.e., a baseline check, at Step 214, and in being larger than 0, the variable N subtracts 1 from the variable N at Step 215, and shifts to Step 216. In this step

216, after aligning a wafer using the alignment apparatus 34 of the off-axis method of drawing 13, or the wafer alignment system of a TTL system, the pattern of the reticle 12 is exposed by each shot region of a wafer. After the exposure to a wafer [all (specification number of sheets)] is completed, the exposure process about the reticle 12 is ended, but when no exposure to wafers has finished, it returns to Step 213 and unloading of an exposed wafer and loading of a new wafer are performed. Operation shifts to Step 214 after that.

[0120]When it is the timing which performs N= 0, i.e., reticle alignment, and a baseline check at Step 214, in Step 217, Measurement Division of the rotational error of the reticle 12 and a magnification error is performed. This is the same as that of Step 120 of drawing 16. Then, it shifts to Step 218 and the baseline check of the direction of X of the alignment apparatus 34 (wafer alignment system of 2 light-flux interference alignment method including an alignment system or the LIA optical system 52 including the FIA optical system 48) of an off-axis method and the direction of Y is performed here. Then, after setting up the number of sheets of the wafer which will be exposed by the time it performs a baseline check next as the variable N at Step 219, operation returns to Step 216.

[0121]Thus, according to this example, whenever it exchanges reticles, perform reticle alignment and base line measurement, and. Since reticle alignment and base line measurement are performed in quick mode whenever it exposes to the wafer of a specified number, the superposition accuracy of each wafer and the pattern image of reticle can be raised by a high throughput.

[0122]Although the technique of above-mentioned working example is explained about the base line measurement at the time of alignment of an off-axis method, it can expect the same effect by application of this invention also in the TTL (through the lens) method using the inside of the field of a projection optical system. Thus, this invention is not limited to above-mentioned working example, but can take various composition in the range which does not deviate from the gist of this invention.

[0123]

[Effect of the Invention]According to the 1st projection exposure method of this invention, according to the called-for position gap, in each position of two or more marks for Measurement Division on a mask final, for example by the least squares approximation etc. By asking for the parameter (offset of magnification, scaling of a scanning direction, rotation, the parallelism of a scanning direction, the direction of X, and the direction of Y) which matches a mask coordinate system and a substrate coordinate system, the influence of the drawing error of the mark for Measurement Division on a mask can be suppressed small.

[0124]According to the 2nd projection aligner, by equalizing the measuring result about two or more marks for Measurement Division by the side of a mask, the drawing error of the mark for Measurement Division of a mask is made small, and the amount of baselines which is an interval of the reference point of a projection optical system and the reference point of an alignment system can be measured correctly. According to the 3rd projection aligner, on a reference mark member, make it correspond to two or more marks for Measurement Division on a mask, and form two or more the 1st reference mark, and. Since two or more the 2nd reference mark is formed from the 1st reference mark of these plurality at the interval corresponding to the interval of the reference point in the exposure field of a projection optical system, and the reference point of the alignment system of an off-axis method, respectively, Since equalization is performed also the reference mark side, the amount of baselines is measured more correctly.

[0125]According to the 4th projection exposure method of this invention, it can ask for the correspondence relation between the coordinate system on a mask, and the coordinate system on a stage by a high throughput by choosing the simple measurement step by quick mode if needed. According to the 5th projection exposure method, the correspondence relations and the amount of baselines of the coordinate system on a mask and the coordinate system on a stage can be calculated by a high throughput by choosing the simple measurement step by quick mode if needed.

[0126]Since according to the 6th projection exposure method the simple measurement step by quick mode is performed whenever it exposes to the substrate of a specified number, When exposing by a scanning method continuously to many substrates, the correspondence

relations and the amount of baselines of the coordinate system on a mask and the coordinate system on a stage can be calculated by a high throughput.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a lineblock diagram showing the projection aligner with which working example of the projection exposure method by this invention is applied.

[Drawing 2]It is a flow chart which shows the alignment method of the 1st working example, and the check method of the amount of baselines.

[Drawing 3]It is a perspective view showing a reticle loader system.

[Drawing 4]The plot plan in which (a) shows the plot plan of the alignment mark on reticle, and (b) shows the effective field of view of a projection optical system, the alignment mark in a conjugate field, etc., and (c) are the enlarged drawings showing the fine alignment marks 29A-30D.

[Drawing 5](a) is an explanatory view in the case of performing rough alignment of reticle, and the figure to which (b) reduced drawing 5 (a).

[Drawing 6]When performing rough alignment of reticle, it is a wave form chart showing various imaging signals acquired from an image sensor.

[Drawing 7](a) is a top view of the stage by the side of a wafer, and (b) is a top view of the stage by the side of reticle.

[Drawing 8]The projection in which (a) shows the mark arrangement on reticle, the extended projection figure in which (b) shows an example of the mark on reticle, the top view in which (c) shows arrangement of the reference mark on the reference mark board 6, the enlarged drawing in which (d) shows examples, such as the reference mark 35A, and (e) are the top views showing examples, such as the reference mark 37A.

[Drawing 9]It is a top view showing the relation between reticle alignment and the reference mark board at the time of Measurement Division of the amount of baselines, reticle, a projection optical system, and an alignment apparatus.

[Drawing 10]It is a figure showing the error vector acquired by Measurement Division of reticle alignment and the amount of baselines.

[Drawing 11]It is the lineblock diagram which cut and lacked the part which shows the composition of the reticle alignment microscope 19 and an illumination system.

[Drawing 12](a) is a wave form chart showing the picture signal of the direction of X corresponding to the picture in the figure showing the picture observed with the image sensor of drawing 11, (b), and (c), and the direction of Y.

[Drawing 13]It is a lineblock diagram showing the alignment apparatus 34 of an off-axis method.

[Drawing 14]The wave form chart showing the picture signal of the direction of X corresponding to the picture in the figure showing the picture by which (a) is observed with the image sensor of drawing 13, (b), and (c), and the direction of Y, (d), and (e) are the wave form charts showing the detecting signal acquired via the LIA optical system of drawing 13.

[Drawing 15]It is a flow chart which shows operation of a part of alignment method of the 2nd working example, and check method of the amount of baselines.

[Drawing 16]It is a flow chart which shows operation of the remainder of the alignment method of the 2nd working example, and the check method of the amount of baselines.

[Drawing 17]It is a flow chart which shows operation of the exposure method of the 3rd working example.

[Drawing 18] It is the lineblock diagram which cut and lacked the part which shows the conventional stepper's alignment system.

[Description of Notations]

- 4 Ztheta axis drive stage
- 5 Wafer
- 6 Reference mark board
- 7 The moving mirror by the side of a wafer
- 8 Projection optical system
- 11 Reticle minute drive stage
- 12 Reticle
- 19 and 20 Reticle alignment microscope (RA microscope)
- 21 The moving mirror by the side of reticle
- 27 and 28 Alignment mark for rough searches
- 29A-29D and 30A-30D Fine alignment mark
- 34 An alignment apparatus of an off-axis method
- 35A-35D and 36A - 36D reference mark
- 37A - 37D reference mark

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-176468

(43)公開日 平成7年(1995)7月14日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 L 21/027				
G 03 B 27/32		F		
G 03 F 7/20	5 2 1			
	7352-4M		H 01 L 21/ 30	5 2 5 C
	7352-4M			5 2 0 A
			審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 26 頁)	最終頁に続く

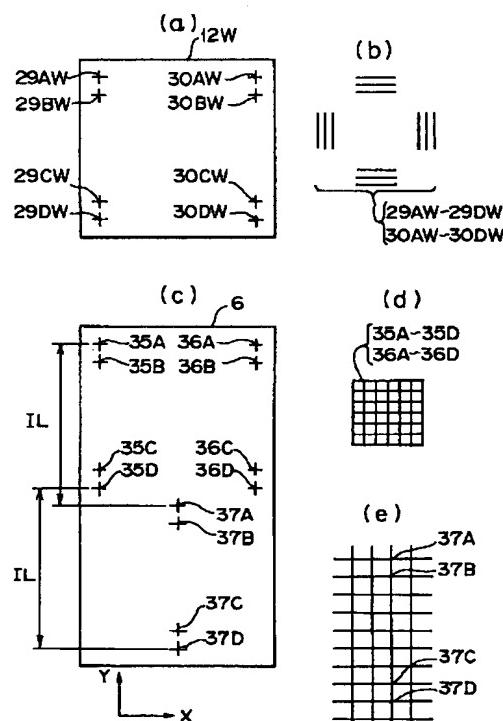
(21)出願番号	特願平5-334759	(71)出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(22)出願日	平成5年(1993)12月28日	(72)発明者	西 健爾 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
(31)優先権主張番号	特願平5-38077	(74)代理人	弁理士 大森 聰
(32)優先日	平5(1993)2月26日		
(33)優先権主張国	日本 (JP)		

(54)【発明の名称】 投影露光方法

(57)【要約】

【目的】 スリットスキャン方式で露光する際に、レチクルの描画誤差の影響を低減させて、レチクル座標系とウエハ座標系との対応付けを正確に行う。

【構成】 レチクルの投影像12W上に、走査方向に2列のアライメントマーク像29AW~29DW及び30AW~30DWが投影され、ウエハステージ側の基準マーク板6上にも走査方向に2列の基準マーク35A~35D及び36A~36Dが形成されている。レチクル及び基準マーク板6を走査方向に移動して、レチクルアライメント顕微鏡により、マーク像29AW, 30AWと基準マーク35A, 36Aとの誤差を求め、同様に他のマーク像と基準マークとの誤差を求め、それらの誤差に座標計測系の計測誤差の補正を行って、レチクル座標系とウエハ座標系との間の変換パラメータを求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、前記所定形状の照明領域内のマスク上のパターン像を投影光学系を介してステージ上の基板に露光し、前記所定形状の照明領域に対して相対的に前記マスク及び前記基板を同期して走査することにより、前記マスク上の前記所定形状の照明領域よりも広い面積のパターン像を前記基板上に露光する方法において、

前記マスク上に前記相対的な走査の方向に複数の計測用マークを形成し、該複数の計測用マークとほぼ共役な位置に複数の基準マークが形成された基準マーク部材を前記ステージ上に配置し、

前記マスク及び前記基板を前記相対的な走査の方向に同期して移動させて、前記マスク上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マークと前記ステージ上の対応する基準マークとの位置ずれ量を順次計測し、

前記複数の計測用マークと前記複数の基準マークとのそれぞれの位置ずれ量より、前記マスク上の座標系と前記ステージ上の座標系との対応関係を求ることを特徴とする投影露光方法。

【請求項2】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、前記所定形状の照明領域内のマスク上のパターン像を投影光学系を介してステージ上の基板に露光し、前記所定形状の照明領域に対して相対的に前記マスク及び前記基板を同期して走査することにより、前記マスク上の前記所定形状の照明領域よりも広い面積のパターン像を前記基板上に露光する方法において、

前記投影光学系の近傍に前記基板上の位置決め用のマークの位置を検出するためのオフ・アクシス方式のアライメント系を配置し、前記マスク上に前記相対的な走査の方向に複数の計測用マークを形成し、前記投影光学系の露光フィールド内の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔に対応する間隔で第1及び第2の基準マークが形成された基準マーク部材を前記ステージ上に配置し、

前記オフ・アクシス方式のアライメント系で前記基準部材上の前記第2の基準マークを観察した状態で、前記マスクを前記相対的な走査の方向に移動させて、前記マスク上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マークと前記ステージ上の前記第1の基準マークとの位置ずれ量を順次計測し、

前記複数の計測用マークと前記第1の基準マークとのそれぞれの位置ずれ量の平均値及び前記オフ・アクシス方式のアライメント系で観察した前記第2の基準マークの位置ずれ量より、前記投影光学系の露光フィールド内の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔を求ることを特徴とする投影露光方法。

【請求項3】 前記基準マーク部材上に、前記マスク上の複数の計測用マークに対応させて前記第1の基準マークを複数個形成すると共に、該複数の第1の基準マーク

からそれぞれ前記投影光学系の露光フィールド内の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔に対応する間隔で前記第2の基準マークを複数個形成し、

前記マスク及び前記ステージを前記相対的な走査の方向に同期して移動させて、前記マスク上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マークと前記ステージ上の対応する前記第1の基準マークとの位置ずれ量を順次計測すると共に、前記オフ・アクシス方式のアライメント系で複数の前記第2の基準マークの内の対応する基準マークを観察し、

前記複数の計測用マークと前記複数の第1の基準マークとのそれぞれの位置ずれ量の平均値及び前記オフ・アクシス方式のアライメント系で観察した前記複数の第2の基準マークの位置ずれ量の平均値より、前記投影光学系の露光フィールド内の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔を求ることを特徴とする請求項2記載の投影露光方法。

【請求項4】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、
20 前記所定形状の照明領域内のマスク上のパターン像を投影光学系を介してステージ上の基板に露光し、前記所定形状の照明領域に対して相対的に前記マスク及び前記基板を同期して走査することにより、前記マスク上の前記所定形状の照明領域よりも広い面積のパターン像を前記基板上に露光する方法において、
前記マスク上に前記相対的な走査の方向に複数の計測用マークを形成し、該複数の計測用マークとほぼ共役な位置に複数の基準マークが形成された基準マーク部材を前記ステージ上に配置し、

30 前記マスク及び前記基板を前記相対的な走査の方向に同期して移動させて、前記マスク上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マークと前記ステージ上の対応する基準マークとの位置ずれ量を順次計測し、前記計測用マークと前記基準マークとのそれぞれの位置ずれ量を求める第1工程と；前記マスク上の複数の計測用マークの内の所定の1つの計測用マークと前記ステージ上の対応する基準マークとの位置ずれ量を1回だけ計測し、前記計測用マークと前記基準マークとの位置ずれ量を求める第2工程と；前記第1工程と前記第2工程とのどちらか一方を選択し、選択された工程で求められた前記計測用マークと前記基準マークとのそれぞれの位置ずれ量に基づいて前記マスク上の座標系と前記ステージ上の座標系との対応関係を求める第3工程と；を有することを特徴とする投影露光方法。

【請求項5】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、
前記所定形状の照明領域内のマスク上のパターン像を投影光学系を介してステージ上の基板に露光し、前記所定形状の照明領域に対して相対的に前記マスク及び前記基板を同期して走査することにより、前記マスク上の前記所定形状の照明領域よりも広い面積のパターン像を前記

基板上に露光する方法において、
前記投影光学系の近傍に前記基板上の位置決め用のマークの位置を検出するためのオフ・アクシス方式のアライメント系を配置し、
前記マスク上に前記相対的な走査の方向に複数の計測用マークを形成し、該複数の計測用マークとほぼ共役な位置に複数の基準マークが形成された基準マーク部材を前記ステージ上に配置し、該複数の基準マークは前記投影光学系の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔に対応する間隔で配置された第1及び第2の基準マークからなり、

前記オフ・アクシス方式のアライメント系で前記基準マーク部材上の前記第2の基準マークを観察した状態で、前記マスクを前記相対的な走査の方向に移動させて、前記マスク上の複数の計測用マーク内の1つの計測用マークと前記第1の基準マークとの位置ずれ量を順次計測する第1工程と；前記オフ・アクシス方式のアライメント系で前記基準マーク部材上の前記第2の基準マークを観察した状態で、前記マスク上の複数の計測用マーク内の所定の1つの計測用マークと前記第1の基準マークとの位置ずれ量を計測する第2工程と；前記第1工程と前記第2工程とのどちらか一方を選択する第3工程と；該第3工程で選択された工程での計測結果である、前記計測用マークと前記基準マークとのそれぞれの位置ずれ量、及び前記オフ・アクシス方式のアライメント系で観察した前記第2の基準マークの位置ずれ量より、前記マスク上の座標系と前記ステージ上の座標系との対応関係と、前記投影光学系の露光フィールド内の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔を求める第4工程と；を有することを特徴とする投影露光方法。

【請求項6】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、前記所定形状の照明領域内のマスク上のパターン像を投影光学系を介してステージ上の基板に露光し、前記所定形状の照明領域に対して相対的に前記マスク及び前記基板を同期して走査することにより、前記マスク上の前記所定形状の照明領域よりも広い面積のパターン像を前記基板上に露光する方法において、

前記投影光学系の近傍に前記基板上の位置決め用のマークの位置を検出するためのオフ・アクシス方式のアライメント系を配置し、

前記マスク上に前記相対的な走査の方向に複数の計測用マークを形成し、該複数の計測用マークとほぼ共役な位置に複数の基準マークが形成された基準マーク部材を前記ステージ上に配置し、該複数の基準マークは前記投影光学系の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔に対応する間隔で形成された第1及び第2の基準マークからなり、

前記基板を所定枚数交換する毎に、

前記オフ・アクシス方式のアライメント系で前記基準マ

ーク部材上の前記第2の基準マークを観察した状態で、前記マスク上の複数の計測用マーク内の所定の1つの計測用マークと対応する前記第1の基準マークとの位置ずれ量を計測し、該計測された位置ずれ量、及び前記オフ・アクシス方式のアライメント系で観察した前記第2の基準マークの位置ずれ量より、前記マスク上の座標系と前記ステージ上の座標系との対応関係と、前記投影光学系の露光フィールド内の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔を求ることを特徴とする投影露光方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばスリットスキャン露光方式の投影露光装置に適用して好適な投影露光方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等をフォトリソグラフィ工程で製造する際に、フォトマスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターンを感光材が塗布された基板（ウエハ、ガラスプレート等）上に転写する投影露光装置が使用されている。従来の投影露光装置としては、ウエハの各ショット領域を順次投影光学系の露光フィールド内に移動させて、各ショット領域に順次レチクルのパターン像を露光するというステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置（ステッパー）が多く使用されていた。

【0003】 図18は従来のステッパーの要部を示し、この図18において、ウエハステージ4の上にウエハ5が載置され、このウエハ5の近傍のウエハステージ4上に基準マーク板57が固定されている。そして、図示省略された照明光学系からの露光光のもとで、レチクル12上のパターンの像が投影光学系8を介してウエハ5上の各ショット領域に投影露光される。この際、ウエハステージ4はウエハ座標系に沿って駆動されるので、レチクル12のウエハ座標系上での位置及びレチクル12のウエハ座標系に対する回転角を計測しておく必要がある。そのために、レチクル12のパターン領域の近傍には対向するよう2個のアライメントマーク（レチクルマーク）60R及び61Rが形成され、基準マーク板57上には、それらレチクルマーク60R及び61Rのウエハ5上での設計上の間隔と等しい間隔で2個の基準マーク60F及び61Fが形成されている。

【0004】 また、レチクル12のレチクルマーク60R及び61Rの上にはそれぞれレチクルアライメント顕微鏡58及び59が配置されている。レチクルアライメント顕微鏡58及び59はそれぞれ、露光光と同じ波長のアライメント光を射出する照明光源と、レチクル12上のレチクルマークとウエハ5上のアライメントマーク（ウエハマーク）又は基準マーク板57上の基準マークとを同時に観察できるセンサーとを備えている。図18

のステッパーでウエハ5への露光を行う際には、順次ウエハステージ4のみをステップ・アンド・リピート方式で移動することによって、ウエハ5の各ショット領域にレチクル12上のパターンの像がそれぞれ露光される。

【0005】斯かるステッパーにおいて、前工程で形成されたウエハ5上の回路パターンの上に更にレチクル12のパターン像を露光するような場合には、ウエハ5上の各ショット領域の座標を規定するウエハ座標系と、レチクル12上のパターンの座標を規定するレチクル座標系との対応を取る（即ちアライメントを行う）必要がある。ステッパーの場合には、投影光学系8の露光フィールドとウエハ5上の1ショット領域の大きさが等しく、露光する際にレチクル12を駆動する必要がないため、ウエハ座標系とレチクル座標系の対応を以下のようにして取っていた。

【0006】即ち、ウエハステージ4を駆動して基準マーク板57を投影光学系8の露光フィールド内に移動させた後、一方のレチクルアライメント顕微鏡58によってレチクルマーク60Rと基準マーク60Fとの位置ずれ量を検出し、他方のレチクルアライメント顕微鏡59によってレチクルマーク61Rと基準マーク61Fとの位置ずれ量を検出して、それら位置ずれ量からウエハ座標系上でのレチクル12のパターンの位置を求めていた。更に、基準マーク60Fを基準マーク61Fの位置に移動して、レチクルアライメント顕微鏡59によってレチクルマーク61Rと基準マーク60Fとの位置ずれ量を検出することによって、ウエハ座標系上でのレチクル12の回転角を計測していた。そして、レチクル12又はウエハステージ4を回転させてその回転角を補正することによって、最終的にウエハ座標系とレチクル座標系との対応付けを行っていた。

【0007】また、図18においては、ウエハ5上の各ショット領域に対応して形成された各アライメントマーク（ウエハマーク）の位置を検出するために、投影光学系8の側面部にオフ・アクシス方式のアライメント顕微鏡34が設けられている。この場合、このアライメント顕微鏡34で検出されたウエハマークの位置に基づいて、対応するウエハ5上のショット領域が投影光学系8の露光フィールド内に設定される。従って、予め投影光学系8の露光フィールド内の基準点（例えば露光中心）と、オフ・アクシス方式のアライメント顕微鏡34の観察領域の基準点62との間隔である所謂ベースライン量を求めておく必要がある。

【0008】従来のステッパーにおいて、そのようなベースライン量を計測する際には、レチクルマーク60R、61Rと基準マーク60F、61Fの共役像との位置ずれ量を計測した後に、例えばベースライン量の設計値に等しい量だけウエハステージ4を移動させて、アライメント顕微鏡34によりその基準点62と基準マーク板57上の対応する基準マークとの位置ずれ量を計測し

ていた。それらの位置ずれ量からベースライン量が求められていた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】近年、半導体素子等においてはパターンが微細化しているため、投影光学系の解像力を高めることが求められている。解像力を高めるための手法には、露光光の波長の短波長化、又は投影光学系の開口数の増大等の手法があるが、何れの手法を用いる場合でも、従来例と同じ程度の露光フィールドを確保しようとすると、露光フィールドの全面で結像性能（ディストーション、像面湾曲等）を所定の精度に維持することが困難になってきている。そこで現在見直されているのが、所謂スリットスキャン露光方式の投影露光装置である。

【0010】このスリットスキャン露光方式の投影露光装置では、矩形状又は円弧状等の照明領域（以下、「スリット状の照明領域」という）に対してレチクル及びウエハを相対的に同期して走査しながら、そのレチクルのパターンがウエハ上に露光される。従って、ステッパー方式と同じ面積のパターンをウエハ上に露光するすれば、スリットスキャン露光方式では、ステッパー方式に比べて投影光学系の露光フィールドを小さくすることができ、露光フィールド内での結像性能の精度が向上する可能性がある。

【0011】また、従来のレチクルの大きさの主流は6インチサイズであり、投影光学系の投影倍率の主流は1／5倍であったが、半導体素子等の回路パターンの大面積化により、倍率1／5倍のもとでのレチクルの大きさは6インチサイズでは間に合わなくなっている。そのため、投影光学系の投影倍率を例えば1／4倍に変更した投影露光装置を設計する必要がある。そして、このような被転写パターンの大面積化に応えるためにも、スリットスキャン露光方式が有利である。

【0012】斯かるスリットスキャン露光方式の投影露光装置において、従来のステッパーで用いられていたレチクル座標系とウエハ座標系との対応付けの手法を適用すると、投影倍率が1／4倍になったことから、レチクル上の回路パターンの描画誤差によってアライメント精度が劣化するという不都合がある。更に、特願平3-169781号では、ステッパーにおいてウエハステージを移動されることなく、複数の計測用マークの位置ずれ量を同時に計測することにより、レチクルの回転角を計測する技術が提案されている。しかしながら、この複数の計測用マークの同時計測による回転角の計測という概念は、スリットスキャン露光方式の投影露光装置の走査方向には利用できず、レチクル座標系とウエハ座標系との回転角及びそれら座標系の座標直交度が精度よく計測できないという不都合があった。

【0013】また、投影光学系の露光フィールド内の基準位置と、オフ・アクシス方式のアライメント系の基準

位置との間隔であるベースライン量の計測方法に関して、従来のステッパーにおけるレチクル上の1箇所(2個の)のマークを用いる計測方法をそのままスリットスキャン露光方式の投影露光装置に適用したのでは、レチクルの描画誤差の影響を大きく受けるという不都合がある。

【0014】本発明は斯かる点に鑑み、スリットスキャン露光方式の投影露光装置において、レチクル(マスク)上のパターンの描画誤差の影響を低減させて、レチクル座標系(マスク座標系)とウエハ座標系(基板座標系)との対応付けを正確に行える投影露光方法を提供することを目的とする。これに関して、工程によってはその対応付けの正確さよりも迅速性が重視される場合がある。そこで、本発明はレチクル座標系(マスク座標系)とウエハ座標系(基板座標系)との対応付けを高いスループットで行う投影露光方法を提供することを目的とする。

【0015】更に、本発明は、スリットスキャン露光方式の投影露光装置において、レチクル(マスク)上のパターンの描画誤差の影響を低減させて、投影光学系の露光フィールドの基準点と、オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔であるベースライン量の計測を高精度に行える投影露光方法を提供することを目的とする。

【0016】また、例えばベースライン計測を所定枚数のウエハを交換する毎に行うような場合には、正確さよりも迅速性が重視されることがあると共に、同時にレチクル座標系(マスク座標系)とウエハ座標系(基板座標系)との対応付けを行うことが望ましい。そこで、本発明はベースライン量の計測を所定のウエハ交換回数毎に行う際、レチクル座標系(マスク座標系)とウエハ座標系(基板座標系)との対応付け、及びそのベースライン計測を高いスループットで行う投影露光方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明による第1の投影露光方法は、照明光で所定形状の照明領域を照明し、前記所定形状の照明領域内のマスク(12)上のパターン像を投影光学系(8)を介してステージ(4)上の基板(5)に露光し、その所定形状の照明領域に対して相対的にマスク(12)及び基板(5)を同期して走査することにより、マスク(12)上のその所定形状の照明領域よりも広い面積のパターン像を基板(5)上に露光する方法において、マスク(12)上にその相対的な走査の方向に複数の計測用マーク(29A～29D)を形成し、これら複数の計測用マークとほぼ共役な位置に複数の基準マーク(35A～35D)が形成された基準マーク部材(6)をステージ(4)上に配置し、マスク(12)及び基板(5)をその相対的な走査の方向に同期して移動させて、マスク(12)上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マーク(29A, 29B, ...)とステージ(4)上の対応する基準マーク(35A, 35B, ...)との位置ずれ量を順次計測し、それら複数の計測用マークとそれら複数の基準マークとのそれぞれの位置ずれ量より、マスク(12)上の座標系とステージ(4)上の座標系との対応関係を求めるものである。

【0018】また、本発明による第2の投影露光方法は、上述の発明と同じ前提部において、投影光学系(8)の近傍に基板(5)上の位置決め用のマークの位置を検出するためのオフ・アクシス方式のアライメント系(34)を配置し、マスク(12)上にその相対的な走査の方向に複数の計測用マーク(29A～29D)を形成し、投影光学系(8)の露光フィールド内の基準点とオフ・アクシス方式のアライメント系(34)の基準点との間隔に対応する間隔で第1の基準マーク(35A)及び第2の基準マーク(37A)が形成された基準マーク部材(6)をステージ(4)上に配置する。

【0019】そして、オフ・アクシス方式のアライメント系(34)で基準部材(6)上の第2の基準マーク(37A)を観察した状態で、マスク(12)を前記相対的な走査の方向に移動させて、マスク(12)上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マーク(29A, 29B, ...)とステージ(4)上の第1の基準マーク(35A)との位置ずれ量を順次計測し、それら複数の計測用マークとそれら第1の基準マークとのそれぞれの位置ずれ量の平均値及びオフ・アクシス方式のアライメント系(34)で観察したその第2の基準マークの位置ずれ量より、投影光学系(8)の露光フィールド内の基準点とオフ・アクシス方式のアライメント系(34)の基準点との間隔を求めるものである。

【0020】また、本発明の第3の投影露光方法は、その第2の投影露光方法において、基準マーク部材(6)上に、マスク(12)上の複数の計測用マーク(29A～29D)に対応させてその第1の基準マークを複数個(35A～35D)形成すると共に、これら複数の第1の基準マーク(35A～35D)からそれぞれ投影光学系(8)の露光フィールド内の基準点とオフ・アクシス方式のアライメント系(34)の基準点との間隔に対応する間隔でその第2の基準マークを複数個(37A～37D)形成し、マスク(12)及びステージ(4)をその相対的な走査の方向に同期して移動させて、マスク(12)上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マーク(29A, 29B, ...)とステージ(4)上の対応する第1の基準マーク(35A, 35B, ...)との位置ずれ量を順次計測すると共に、オフ・アクシス方式のアライメント系(34)で複数の第2の基準マークの内の対応する基準マーク(37A, 37B, ...)を観察し、それら複数の計測用マークとそれら複数の第1の基準マークとのそれぞれの位置ずれ量の平均値及びオフ・アクシス方式のアライメント系(34)で観察したそ

の内1つの計測用マーク(29A, 29B, ...)とステージ(4)上の対応する基準マーク(35A, 35B, ...)との位置ずれ量を順次計測し、それら複数の計測用マークとそれら複数の基準マークとのそれぞれの位置ずれ量より、マスク(12)上の座標系とステージ(4)上の座標系との対応関係を求めるものである。

【0021】また、本発明による第4の投影露光方法は、その第2の投影露光方法において、基準マーク部材(6)上に、マスク(12)上の複数の計測用マーク(29A～29D)に対応させてその第1の基準マークを複数個(35A～35D)形成すると共に、これら複数の第1の基準マーク(35A～35D)からそれぞれ投影光学系(8)の露光フィールド内の基準点とオフ・アクシス方式のアライメント系(34)の基準点との間隔に対応する間隔でその第2の基準マークを複数個(37A～37D)形成し、マスク(12)及びステージ(4)をその相対的な走査の方向に同期して移動させて、マスク(12)上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マーク(29A, 29B, ...)とステージ(4)上の対応する第1の基準マーク(35A, 35B, ...)との位置ずれ量を順次計測すると共に、オフ・アクシス方式のアライメント系(34)で複数の第2の基準マークの内の対応する基準マーク(37A, 37B, ...)を観察し、それら複数の計測用マークとそれら複数の第1の基準マークとのそれぞれの位置ずれ量の平均値及びオフ・アクシス方式のアライメント系(34)で観察したそ

れら複数の第2の基準マークの位置ずれ量の平均値より、投影光学系(8)の露光フィールド内の基準点とオフ・アクシス方式のアライメント系(34)の基準点との間隔を求めるものである。

【0021】次に、本発明の第4の投影露光方法は、上述の発明と同じ前提部において、上述の第1の投影露光方法と同様に、マスク(12)上の複数の計測用マーク(29A, 29B, ...)と対応する基準マーク(35A, 35B, ...)とのそれぞれの位置ずれ量を求める第1工程と；そのマスク上の複数の計測用マークの内の所定の1つの計測用マーク(29A)とそのステージ上の対応する基準マーク(35A)との位置ずれ量を1回だけ計測し、計測用マーク(29A)と基準マーク(35A)との位置ずれ量を簡易的に求める第2工程と；その第1工程とその第2工程とのどちらか一方を選択し、この選択された工程で求められたその計測用マークとその基準マークとのそれぞれの位置ずれ量に基づいてマスク(12)上の座標系とステージ(4)上の座標系との対応関係を求める第3工程と；を有するものである。

【0022】また、本発明の第5の投影露光方法は、上述の発明と同じ前提部において、上述の第2の投影露光方法と同様に、オフ・アクシス方式のアライメント系で基準マーク部材(6)上の第2の基準マーク(37A, 37B, ...)を観察した状態で、マスク(12)をその相対的な走査の方向に移動させて、マスク(12)上の複数の計測用マーク(29A, 29B, ...)の内の1つの計測用マークと第1の基準マーク(35A, 35B, ...)との位置ずれ量を順次計測する第1工程と；オフ・アクシス方式のアライメント系で基準マーク部材(6)上の第2の基準マーク(37A)を観察した状態で、マスク(12)上の複数の計測用マークの内の所定の1つの計測用マーク(29A)と第1の基準マーク(35A)との位置ずれ量を簡易的に計測する第2工程と；これら第1工程と第2工程とのどちらか一方を選択する第3工程と；この第3工程で選択された工程での計測結果である、その計測用マークとその基準マークとの位置ずれ量、及びそのオフ・アクシス方式のアライメント系で観察した第2の基準マークの位置ずれ量より、そのマスク上の座標系とそのステージ上の座標系との対応関係と、その投影光学系の露光フィールド内の基準点とそのオフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔(ベースライン量)を求める第4工程と；を有するものである。

【0023】また、本発明の第6の投影露光方法は、上述の発明と同じ前提部において、投影光学系(8)の近傍に基板(5)上の位置決め用のマークの位置を検出するためのオフ・アクシス方式のアライメント系(34)を配置し、マスク(12)上にその相対的な走査の方向に複数の計測用マーク(29A, 29B, ...)を形成し、これら複数の計測用マークとほぼ共役な位置に複数

の基準マークが形成された基準マーク部材(6)をステージ(4)上に配置し、これら複数の基準マークはその投影光学系の基準点とそのオフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔に対応する間隔で形成された第1(35A, 35B, ...)及び第2(37A, 37B, ...)の基準マークからなり、基板(5)を所定枚数交換する毎に、そのオフ・アクシス方式のアライメント系で基準マーク部材(6)上の第2の基準マーク(37A)を観察した状態で、マスク(12)上の複数の計測用マークの内の所定の1つの計測用マーク(29A)と対応する第1の基準マーク(35A)との位置ずれ量を計測し、このように計測された位置ずれ量、及びそのオフ・アクシス方式のアライメント系で観察した第2の基準マーク(37A)の位置ずれ量より、そのマスク上の座標系とそのステージ上の座標系との対応関係と、その投影光学系の露光フィールド内の基準点とそのオフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔(ベースライン量)を求めるものである。

【0024】

【作用】斯かる本発明の第1の投影露光方法に於いては、マスク(12)上に複数の計測用マークを配置し、それらの計測用マークとほぼ共役な基準マークを基準マーク部材(6)上に配置し、マスク(12)及びステージ(4)をステッピング方式で送りながら、それぞれのマークの位置ずれが計測される。そして、最終的に、例えば各位置で求められた位置ずれに合わせて、最小自乗近似等によって、マスク座標系と基板座標系とを対応付けるパラメータ(倍率、走査方向のスケーリング、回転、走査方向の平行度、X方向及びY方向のオフセット)を求ることにより、マスク(12)上の計測用マークの描画誤差の影響を小さく抑えることができる。また、相対的な走査の方向のマーク計測は順次別々に行われる所以非同時計測となるが、複数箇所で計測する為、平均化効果があり、高精度計測が可能となる。

【0025】また、第2の投影露光方法によれば、マスク(12)側の複数の計測用マークに関する計測結果を平均化することにより、マスク(12)の計測用マークの描画誤差の影響を小さくして、投影光学系(8)の基準点とアライメント系(34)の基準点との間隔であるベースライン量を正確に計測できる。また、第3の投影露光方法によれば、基準マーク部材(6)上に、マスク(12)上の複数の計測用マーク(29A～29D)に対応させてその第1の基準マークを複数個(35A～35D)形成すると共に、これら複数の第1の基準マーク(35A～35D)からそれぞれ投影光学系(8)の露光フィールド内の基準点とオフ・アクシス方式のアライメント系(34)の基準点との間隔に対応する間隔でその第2の基準マークを複数個(37A～37D)形成しているため、基準マーク側でも平均化が行われるので、より正確にベースライン量が計測される。

【0026】次に、本発明の第4の投影露光方法によれば、高いスループットを要求される場合には、第2工程を選択して計測用マーク(29A)と基準マーク(35A)との位置ずれ量を1回だけ計測し、高精度が要求される場合には第1工程を実行することにより、迅速性に対する要求をも満たすことができる。この場合、第1工程において、更に予め計測用マーク(29A)の本来の位置からの位置ずれ量(これを「マーク誤差」と呼ぶ)を求めて記憶しておく、第2工程を実行した場合にはそのマーク誤差の補正を行うことにより、高いスループットと高精度との両方の要求に応えることができる。

【0027】同様に、第5の投影露光方法によれば、高いスループットを要求される場合には、第2工程を選択してアライメント系(34)で第2の基準マーク(37A)を観察した状態で、1つの計測用マーク(29A)と第1の基準マーク(35A)との位置ずれ量を1回だけ計測し、高精度が要求される場合には第1工程を実行することにより、迅速性に対する要求をも満たすことができる。この場合、第1工程において、更に予めマーク誤差を求めて記憶しておく、第2工程を実行した場合にはそのマーク誤差の補正を行うことにより、高いスループットと高精度との両方の要求に応えることができる。

【0028】また、第6の投影露光方法によれば、基板(5)を所定枚数交換する毎に、即ち所定枚数の基板(5)に露光する毎に、オフ・アクシス方式のアライメント系(34)で第2の基準マーク(37A)を観察した状態で、1つの計測用マーク(29A)と第1の基準マーク(35A)との位置ずれ量を1回だけ計測し、この計測結果よりマスク上の座標系とステージ上の座標系との対応関係と、ベースライン量とを求める。従って、高いスループットで計測が行われる。

【0029】

【実施例】以下、本発明による投影露光方法の第1実施例につき図面を参照して説明する。本実施例は、スリットスキャン露光方式の投影露光装置でレチクルのパターンをウエハ上に露光する場合に、本発明を適用したものである。図1は本実施例の投影露光装置を示し、この図1において、図示省略された照明光学系からの露光光ELによる矩形の照明領域(以下、「スリット状の照明領域」という)によりレチクル12上のパターンが照明され、そのパターンの像が投影光学系8を介してウエハ5上に投影露光される。この際に、露光光ELのスリット状の照明領域に対して、レチクル12が図1の紙面に対して前方向に一定速度Vで走査されるのに同期して、ウエハ5は図1の紙面に対して後方向に一定速度V/M(1/Mは投影光学系8の縮小倍率)で走査される。

【0030】レチクル12及びウエハ5の駆動系について説明するに、レチクル支持台9上にY軸方向(図1の紙面に垂直な方向)に駆動自在なレチクルY駆動ステージ10が載置され、このレチクルY駆動ステージ10上

にレチクル微小駆動ステージ11が載置され、レチクル微小駆動ステージ11上にレチクル12が真空チャック等により保持されている。レチクル微小駆動ステージ11は、投影光学系8の光軸に垂直な面内で図1の紙面に平行なX方向、Y方向及び回転方向(θ方向)にそれぞれ微小量だけ且つ高精度にレチクル12の位置制御を行う。レチクル微小駆動ステージ11上には移動鏡21が配置され、レチクル支持台9上に配置された干渉計14によって、常時レチクル微小駆動ステージ11のX方向、Y方向及びθ方向の位置がモニターされている。干渉計14により得られた位置情報S1が主制御系22Aに供給されている。

【0031】一方、ウエハ支持台1上には、Y軸方向に駆動自在なウエハY軸駆動ステージ2が載置され、その上にX軸方向に駆動自在なウエハX軸駆動ステージ3が載置され、その上にZθ軸駆動ステージ4が設けられ、このZθ軸駆動ステージ4上にウエハ5が真空吸着によって保持されている。Zθ軸駆動ステージ4上にも移動鏡7が固定され、外部に配置された干渉計13により、Zθ軸駆動ステージ4のX方向、Y方向及びθ方向の位置がモニターされ、干渉計13により得られた位置情報も主制御系22Aに供給されている。主制御系22Aは、ウエハ駆動装置22B等を介してウエハY軸駆動ステージ2、ウエハX軸駆動ステージ3、Zθ軸駆動ステージ4の位置決め動作を制御すると共に、装置全体の動作を制御する。

【0032】また、後述するが、ウエハ側の干渉計13によって計測される座標により規定されるウエハ座標系と、レチクル側の干渉計14によって計測される座標により規定されるレチクル座標系の対応をとるために、Zθ軸駆動ステージ4上のウエハ5の近傍に基準マーク板6が固定されている。この基準マーク板6上には後述のように各種基準マークが形成されている。これらの基準マークの中にはZθ軸駆動ステージ4側に導かれた照明光により裏側から照明されている基準マーク、即ち発光性の基準マークがある。

【0033】本例のレチクル12の上方には、基準マーク板6上の基準マークとレチクル12上のマークとを同時に観察するためのレチクルアライメント顕微鏡19及び20が装備されている。この場合、レチクル12からの検出光をそれぞれレチクルアライメント顕微鏡19及び20に導くための偏向ミラー15及び16が移動自在に配置され、露光シーケンスが開始されると、主制御系22Aからの指令のもとで、ミラー駆動装置17及び18によりそれぞれ偏向ミラー15及び16は退避される。更に、投影光学系8のY方向の側面部に、ウエハ5上のアライメントマーク(ウエハマーク)を観察するためのオフ・アクシス方式のアライメント装置34が配置されている。

【0034】また、主制御系22Aには、オペレータか

らのコマンドを入力するためのキーボード22Cが接続されている。本実施例の投影露光装置には、高精度に計測を行うモードの他に、後述のように簡易的にベースライン量等の計測を行うためのクイックモードがあり、オペレータはキーボード22Cを介して主制御系22Aに、これから実行するモードが、高精度モードかクイックモードかを指示する。

【0035】次に、本例の投影露光装置において、ウエハ5及びレチクル12をロードしてからアライメントを終了するまでのシーケンスにつき図2のフローチャートを参照して説明する。先ず図2のステップ101において、レチクルローダー(後述)上にて外形基準でレチクル12のプリアライメントを行う。図3は、図1のレチクル微小駆動ステージ11上にレチクル12を搬送する為のレチクルローダ系を示し、この図3のレチクルローダーは、2個のレチクルアーム23A及び23Bと、これらレチクルアーム23A、23Bに連結されたアーム回転軸25と、このアーム回転軸25を回転させる回転機構26により構成されている。レチクルアーム23A及び23Bのレチクル載置面にはそれぞれ真空吸着用の溝24A及び24Bが形成されており、レチクルアーム23A及び23Bはアーム回転軸25を介してそれぞれ独立に回転できるように支持されている。

【0036】レチクル12のロード時には、位置A3で他のレチクル搬送機構(不図示)よりレチクル12がレチクルアーム23A上に受け渡される。この際に他方のレチクルアーム23Bは、例えば前工程で使用されたレチクルの搬出に使用されている。次に位置A3の近傍に設置されたレチクル外形プリアライメント機構(不図示)によって、レチクルアーム23A上でレチクル12が外形基準で一定の精度にアライメントされた後、レチクル12はレチクルアーム23A上に真空吸着される。次に、図2のステップ102において、回転機構26がアーム回転軸25を介してレチクルアーム23Aを回転させて、Y方向(図1のレチクル駆動ステージ10の待機位置(受け渡し位置))の位置B3までレチクル12を移動する。

【0037】このとき、真空吸着用の溝24Aは、レチクル微小駆動ステージ11上の吸着位置と直交した方向で、且つレチクル12のパターン領域外の位置にあるので、レチクル微小駆動ステージ11が走査方向であるy方向の最先端に移動した状態で、レチクルアーム23Aはレチクル微小駆動ステージ11上にレチクル12を自由に出し入れできるようになっている。レチクル微小駆動ステージ11(図1参照)上にレチクル12が達すると、アーム回転軸25は-Z方向に下がり、レチクル微小駆動ステージ11上の真空吸着面にレチクル12が載置され、レチクル12の受け渡し完了後にレチクルアーム23Aが退避する。その後、レチクル微小駆動ステージ11が位置C3の方向にレチクル12を搬送して行

く。この際に、レチクルアーム23Aと23Bとは独立に駆動され、例えばそれぞれがレチクルロードとレチクルアンロードとを同時にを行うことで、レチクル交換速度が向上している。

【0038】次に図2のステップ103以下でレチクル12のアライメントを行うが、そのための機構及び動作につき説明する。図4(a)はレチクル12上のアライメントマーク(レチクルマーク)の配置を示し、図4(b)はレチクル上で投影光学系の有効露光フィールド

10 と共に役な領域33R内の、スリット状の照明領域明32等を示す。走査方向をy方向として、y方向に垂直な方向をx方向とする。図4(a)において、レチクル12の中央部のパターン領域の周囲には遮光部31が形成され、この遮光部31の外側に形成されているレチクルマークは、ラフサーチ用アライメントマーク27及び28と、ファインアライメントマーク29A～29D及び30A～30Dとに分けられる。右辺側のラフサーチ用アライメントマーク27は、走査方向であるy方向に沿って長い直線状パターンと、この直線状パターンの両端部に形成された十字パターンにより形成され、左辺側のラフサーチ用アライメントマーク28は、右辺側のラフサーチ用アライメントマーク27と対称的に構成されている。

【0039】また、右辺側の遮光部31とラフサーチ用アライメントマーク27の一方の十字パターンとの間に、y方向に近接してファインアライメントマーク29A、29Bが形成され、右辺側の遮光部31とラフサーチ用アライメントマーク27の他方の十字パターンとの間に、y方向に近接してファインアライメントマーク29C、29Dが形成されている。これらファインアライメントマーク29A～29Dと対称的に左辺側にファインアライメントマーク30A～30Dが形成されており、これらファインアライメントマーク29A～29D及び30A～30Dは、図4(a)では単に十字状マークとして示してあるが実際にはそれぞれ図4(c)に示すように、3本の直線状パターンをx方向に所定間隔で2組配列すると共に、3本の直線状パターンをy方向に所定間隔で2組配列したものである。

【0040】先ず図2のステップ103において、図4(a)の左辺側のラフサーチ用アライメントマーク28を図1のレチクルアライメント顕微鏡(以下、「RA顕微鏡」という)20で検出す。図4(b)は、この場合のRA顕微鏡19及び20のレチクル12上での観察領域19R及び20Rを示し、ラフサーチを行う際には、ラフサーチ用アライメントマーク27及び28は、それぞれ観察領域19R及び20Rよりも外側であり、且つ有効露光フィールドと共に役な領域33Rよりも外側にある。これは、ラフサーチの為にラフサーチ用アライメントマーク27、28は大きくしておく必要があるが、それに合わせて投影光学系の露光フィールドを大き

くすると、投影レンズ径を大きくする必要がありコストアップになる為である。そこで本例でラフサーチを行う際の手順につき図5を参照して説明する。

【0041】図5(a)は、ラフサーチ用アライメントマーク28の一方の十字パターン近傍の拡大図、図5(b)は図5(a)を縮小した図であり、この図5(a)及び(b)において、RA顕微鏡20の正方形の有効視野 $20R_{ef}$ の幅をWとして、レチクル12の外形に対するパターンの描画誤差と設置誤差との和の設計値を ΔR とする。従って、図5(b)に示すように、幅 ΔR の正方形の領域内にラフサーチ用アライメントマーク28の一方の十字パターン28aが必ず含まれている。検出対象はその十字パターン28aのx座標及びy座標であるが、本例ではそのアライメントマーク28の2軸に対して 45° で交差する方向に、即ちx軸及びy軸に斜めにその幅Wの有効視野 $20R_{ef}$ を走査する。そして、その斜め走査の際にアライメントマーク28を横切ったときのx座標及びy座標として、その十字パターン28aのx座標及びy座標を求める。

【0042】そのためには、正の実数aの整数部をINT(a)で表すものとして、その幅 ΔR の正方形の領域をその幅Wの有効視野 $20R_{ef}$ で走査する最低の回数であるサーチ画面数は、 $\{INT(\Delta R/W) + 1\}$ となる。このサーチ画面数は予め求めておく。そして、最初の有効視野B5を中心としたその幅 ΔR の正方形の領域に、斜めにそれぞれ幅Wの $\{INT(\Delta R/W) + 1\}$ 個の有効視野A5, B5, C5, …を設定し、図1のレチクル微小駆動ステージ11を駆動して、各有効視野をステッピングして順次図5(a)の有効視野 $20R_{ef}$ 内に設定しながら、各有効視野内の画像をサンプリングする。

【0043】図5(b)に示すように、少なくとも幅 $\Delta R \times \Delta R$ のサーチ範囲中にサーチ対象のアライメントマーク28の十字パターン28aは存在し、サーチ範囲に対して十分にアライメントマーク28が大きい。従って、このアライメントマーク28に対して斜め方向に有効視野をステップ送りすれば、最小の画面数で、アライメントマーク28の十字パターン28aの座標を検出できることが分かる。そのときの画像処理は、撮像された画面内の全ラインの走査線を加算して得られる画像信号に対する一次元画像処理でよい。

【0044】図6は、そのように全ラインの走査線を加算して得られた種々の画像信号を示し、図6(a)及び(d)は図5(b)の有効視野A5で得られるx方向及びy方向に沿う画像信号、図6(b)及び(e)は図5(b)の有効視野B5で得られるx方向及びy方向に沿う画像信号、図6(c)及び(f)は図5(b)の有効視野C5で得られるx方向及びy方向に沿う画像信号である。図6(b)の画像信号から十字パターン28aのx座標が求められ、図6(f)の画像信号から十字パタ

ーン28aのy座標が求められる。

【0045】この様にしてサーチ用レチクルマーク28を検出した後に、今度は図2のステップ104において、RA顕微鏡19の観察領域にラフサーチ用アライメントマーク27を移動して、同様にそのアライメントマーク27の位置を検出する。但し、この場合、図1の基準マーク板6のパターンの無い部分を投影光学系8の露光フィールド内に移動して、そのパターンの無い部分を底部から照明しておく。このように基準マーク板6から射出される照明光により、それらラフサーチ用アライメントマーク27及び28を裏面側から照明する。

【0046】以上のシーケンスで、図4(b)のRA顕微鏡19及び20の観察領域19R及び20Rに対する、ラフサーチ用アライメントマーク27及び28の位置及びレチクル座標系の対応を大まかに付けることができる。また、RA顕微鏡の観察領域19R及び20Rとウエハ座標系との大まかな対応付けは、図1の基準マーク板6上の基準マークをRA顕微鏡19及び20で計測することにより行うことができる。これにより、ファインアライメントマーク29A～29D及び30A～30Dと、基準マーク板6上の基準マーク(後述)とが重ならない程度の大まかなアライメント(ラフアライメント)が終了する。

【0047】但し、本例では、投影光学系8のレンズ径を小さくするために、レチクル12上のアライメントマークをラフサーチ用アライメントマークとファインアライメントマークとに分けているが、投影光学系8のレンズ径を大きくしても良い場合は、それらラフサーチ用アライメントマークとファインアライメントマークとを共通マークにすることができる。この場合でも、図5に示したように、斜め方向にステップ送りしてアライメントマークをサーチする手法は流用でき、RA顕微鏡19及び20でアライメントマークのサーチを同時に行うこともできる。

【0048】次に、ファインアライメントのシーケンスについて説明するが、その前にウエハステージ及びレチクルステージの詳細な構成につき説明する。図7(a)はウエハステージの平面図であり、この図7(a)において、Zθ軸駆動ステージ4の上にウエハ5及び基準マーク板6が配置されている。また、Zθ軸駆動ステージ4上には、X軸用移動鏡7X及びY軸用移動鏡7Yが固定され、ウエハ5上で図4(b)のスリット状の照明領域32に対応するスリット状の照明領域32Wが露光光で照明され、観察領域19W及び20Wがそれぞれ図4(b)の観察領域19R及び20Rと共に役である。

【0049】移動鏡7Xには、X軸に平行で且つそれぞれ投影光学系の光軸及びアライメント装置34の基準点を通る光路に沿って間隔ILのレーザービームLWX及びLWYが照射され、移動鏡7Yには、Y軸に平行な光路に沿って間隔ILの2本のレーザービームLWY1及

び LWY2 が照射されている。露光時には、Zθ 軸駆動ステージ4 の X 座標として、レーザービーム LWX を用いる干渉計で計測された座標値が使用され、Y 座標としてレーザービーム LWY1 及び LWY2 をそれぞれ用いる干渉計で計測された座標値 Y_1 及び Y_2 の平均値 $(Y_1 + Y_2) / 2$ が用いられる。また、例えば座標値 Y_1 と Y_2 の差分から Zθ 軸駆動ステージ4 の回転方向 (θ 方向) の回転量が計測される。それらの座標に基づいて、Zθ 軸駆動ステージ4 の XY 平面の位置及び回転角が制御される。

【0050】特に、走査方向である Y 方向は 2 個の干渉計の計測結果の平均値を用いる事で、走査時の空気搖らぎ等による誤差を平均化効果により緩和している。また、オフ・アクシス方式のアライメント装置 34 を使用する場合の X 軸方向の位置は、所謂アップ誤差が生じない様に、レーザービーム LW_{of} を使用する専用干渉計の計測値に基づいて制御される構成である。

【0051】図 7 (b) は、レチクルステージの平面図であり、この図 7 (b) において、レチクル Y 駆動ステージ 10 上にレチクル微小駆動ステージ 11 が載置され、その上にレチクル 12 が保持されている。また、レチクル微小駆動ステージ 11 には x 軸用の移動鏡 21x 及び y 軸用の 2 個の移動鏡 21y1, 21y2 が固定され、移動鏡 21x には x 軸に平行にレーザービーム LRx が照射され、移動鏡 21y1, 21y2 にはそれぞれ y 軸に平行にレーザービーム LRy1, LRy2 が照射されている。

【0052】ウエハステージと同様に、レチクル微小駆動ステージ 11 の y 方向の座標は、レーザービーム LRy1 及び LRy2 を使用する 2 個の干渉計で計測された座標値 y_1 及び y_2 の平均値 $(y_1 + y_2) / 2$ が用いられる。また、x 方向の座標は、レーザービーム LRx を使用する干渉計で計測された座標値が使用される。また、例えば座標値 y_1 と y_2 の差分からレチクル微小駆動ステージ 11 の回転方向 (θ 方向) の回転量が計測される。

【0053】この場合、走査方向である y 方向の移動鏡 21y1, 21y2 としてはコーナキューブ型の反射要素が使用されており、移動鏡 21y1, 21y2 で反射されたレーザービーム LRy1, LRy2 はそれぞれ反射ミラー 39, 38 で反射されて戻されている。即ち、そのレチクル用の干渉計はダブルパス干渉計であり、これによって、レチクル微小駆動ステージ 11 の回転によりレーザービームの位置ずれが生じない構成になっている。また、ウエハステージ上と同様に、レチクル 12 上にスリット状の照明領域 32 及び RA 顕微鏡 19, 20 の観察領域 19R, 20R が配置されている。そして、観察領域 19R 及び 20R だけから、レチクル 12 と図 7 (a) の Zθ 軸駆動ステージ 4 を観察できる様になっている。この様にレチクル 12 と Zθ 軸駆動ステージ 4

との関係を計測して露光時のアライメント精度及びレチクル 12 とウエハ 5 との回転精度を向上させる訳であるが、その方法につき図 8 及び図 9 を参照して説明する。

【0054】図 8 (a) は、図 4 (a) のレチクル 12 を図 7 (a) の基準マーク板 6 上に投影して得られるレチクル像 12W を示し、この図 8 (a) において、図 4 (a) のファインアライメントマーク 29A ~ 29D に共役なマーク像 29AW ~ 29DW と、ファインアライメントマーク 30A ~ 30D に共役なマーク像 30AW ~ 30DW とが示されている。各マーク像 29AW ~ 29DW 及び 30AW ~ 30DW は、それぞれ図 8 (b) に示すように、3 本の直線状のパターンを 4 辺に配置した形状である。

【0055】図 8 (c) は、基準マーク板 6 上の基準マークの配置を示し、この図 8 (c) の基準マーク板 6 上には、図 8 (a) のマーク像 29AW ~ 29DW 及び 30AW ~ 30DW とほぼ同一の配置でそれぞれ基準マーク 35A ~ 35D 及び 36A ~ 36D が形成されている。これら基準マークは基準マーク板 6 の裏面から、露

20 光光と同じ波長の照明光で照明されている。また、基準マーク板 6 上には、基準マーク 35A 及び 36A の中点から走査方向である Y 方向に間隔 IL だけ離れた位置に基準マーク 37A が形成されている。間隔 IL は、図 1 における投影光学系 8 の基準点とオフ・アクシス方式のアライメント装置 34 の基準点との間隔であるベースライン量と等しい。同様に、基準マーク 35B 及び 36B の中点、基準マーク 35C 及び 36C の中点及び基準マーク 35D 及び 36D の中点からそれぞれ Y 方向に間隔 IL だけ離れた位置に、基準マーク 37B, 37C 及び 37D が形成されている。

【0056】基準マーク 35A ~ 35D, 36A ~ 36D はそれぞれ図 8 (d) に示すように、7 行 × 7 列の直線状パターンから構成され、且つこれら基準マーク 35A ~ 35D, 36A ~ 36D は図 8 (b) のマーク像 29AW ~ 30DW の内部に収まる大きさである。また、基準マーク 37A ~ 37D は、図 8 (e) に示すように、X 方向及び Y 方向に所定ピッチで形成された格子パターンの内の対応する格子点を使用するものである。

【0057】この場合、先ず図 2 のステップ 105 において、ステップ 103 及び 104 の計測により得られた結果から、レチクル 12 と RA 顕微鏡 19 及び 20 との相対的な位置関係及び相対的な回転角を算出し、図 4 (a) のファインアライメントマーク 29A 及び 30A をそれぞれ RA 顕微鏡 19 及び 20 の観察領域 19R 及び 20R 内に移動させる。その後、ステップ 106 において、図 8 (c) の基準マーク板 6 上の基準マーク 35A 及び 36A をそれぞれその観察領域 19R 及び 20R と共に観察領域 19W 及び 20W (図 9 参照) に移動する。これにより、図 9 (a) に示すように、観察領域 19W 内でマーク像 29AW と基準マーク 35A とが同

時に観察でき、観察領域20W内でマーク像30AWと基準マーク36Aとが同時に観察できる。その後、図2のステップ107において、RA顕微鏡19及び20で観察される画像を撮像信号に変換してサンプリングすると同時に、オフ・アクシス方式のアライメント装置34でも対応する基準マーク像の検出信号をサンプリングする。

【0058】図9(a)においては、基準マーク板6上にレチクル12の投影像であるレチクル像12Wが投影されている。また、図9(c)に示すように、観察領域19W及び20Wは、それぞれ投影光学系8の露光フィールド内の光軸を横切る位置に有り、オフ・アクシス方式のアライメント装置34の観察領域内に基準マーク37Aが収まっている。そして、スリットスキャン露光時と同様に、図7(a)のZθ軸駆動ステージ4が上側(Y方向)に移動するのと同期して、図7(b)のレチクル微小駆動ステージ11が下側(-y方向)に移動すると、第9(a)から図9(b)に示すように、基準マーク板6とレチクル像12Wとが一緒にY方向に動く。このとき、RA顕微鏡19、20の観察領域19W、20Wとオフ・アクシス方式のアライメント装置34とは固定されているので、観察領域19W、20W及びアライメント装置34の下を、符号Aが付されたマーク群(マーク像29AW、30AW、基準マーク35A、36A、37A)から符号Dが付されたマーク群(マーク像29DW、30DW、基準マーク35D、36D、37D)までが移動して行く。

【0059】先ず、アライメント開始後の図9(a)の第1の静止位置では、観察領域19Wの下にマーク像29AW及び基準マーク35Aがあり、観察領域20Wの下にはマーク像30AW及び基準マーク36Aがあり、オフ・アクシス方式のアライメント装置34の下には基準マーク37Aがあり、これら符号Aが付されたマークは同時にすべて観察される。第1の静止位置での計測が終了すると、ステッピング動作によって第2の静止位置までレチクル像12Wと基準マーク板6とを同期して移動させる。第1の静止位置で観察領域19W、20W及びアライメント装置34の下に存在したマーク群は符号Aが付されたマーク群であり、第2の静止位置で観察領域19W、20W及びアライメント装置34の下に存在するマーク群は符号Bが付されたマーク群(図8のマーク像29BP、基準マーク35B、37B等)である。

【0060】以上の様なシーケンスを第3の静止位置及び第4の静止位置(図9(b)の状態)と繰り返すことにより、レチクル像12Wのマーク像及び基準マーク板6上の基準マークは、符号Aが付されたマーク群、符号Bが付されたマーク群、符号Cが付されたマーク群、符号Dが付されたマーク群の順に、それぞれRA顕微鏡19、20及びオフ・アクシス方式のアライメント装置34によって計測されていくことになる。この動作が、図

2のステップ105～110の動作である。この様にして求められた計測結果を分かり易く表現するために、計測結果を図10に示す。

【0061】図10において、RA顕微鏡19で得られる測定結果を後述のように補正して求められる、基準マーク35Aからマーク像29AWまでのアライメント誤差のベクトルをALとして、同様に基準マーク35B～35Dからそれぞれマーク像29BW～29DWまでのアライメント誤差のベクトルをBL～DLとする。同様に、基準マーク36Aからマーク像30AWまでのアライメント誤差のベクトルをARとして、基準マーク36B～36Dからそれぞれマーク像30BW～30DWまでのアライメント誤差のベクトルをBR～DRとする。また、オフ・アクシス方式のアライメント装置34で得られる計測結果を後述のように補正して求められる、基準マーク37A～37Dからそのアライメント装置34の基準点までの誤差ベクトルをそれぞれAO～DOとする。

【0062】そして、誤差ベクトルAL、AR～DL、DRを得たときの、図1のレチクル側の干渉計14で計測されたx方向の座標値、即ち図7(b)のレーザービームLRxを用いて得られた座標値をそれぞれReAx～ReDx、誤差ベクトルAL、AR～DL、DRを得たときの、図1のレチクル側の干渉計14で計測されたy方向の座標値、即ち図7(b)のレーザービームLRy1、LRy2を用いて得られた座標値をそれぞれReAy1～ReDy1、ReAy2～ReAy2とする。また、誤差ベクトルAL、AR～DL、DRを得たときの、図1のウェハ側の干渉計13で計測されたX方向の座標値、即ち図7(a)のレーザービームLWXを用いて得られた座標値をそれぞれWaAX～WaDX、誤差ベクトルAL、AR～DL、DRを得たときの、図1のウェハ側の干渉計13で計測されたY方向の座標値、即ち図7(a)のレーザービームLWY1、LWY2を用いて得られた座標値をそれぞれWaAY1～WaDY1、WaAY2～WaDY2とする。

【0063】また、誤差ベクトルAO～DOを得たときの、オフ・アクシス方式のアライメント装置専用の干渉計で得られたX方向の座標値、即ち図7(a)のレーザービームLWfを用いて得られた座標値をそれぞれWaAOX～WaDOXとする。この場合、図7(a)に示すように、ウェハ側のレーザービームLWY1、LWY2のX方向の間隔はILであり、レチクル側のレーザービームLRy1、LRy2のウェハ側での間隔はRLである。

【0064】次に、図10の誤差ベクトルAL等の求め方につき説明するために、図1のRA顕微鏡19の構成を詳細に説明する。図11は、RA顕微鏡19及びこの照明系を示し、この図11において、Zθ軸駆動ステージ4の外部より光ファイバー44を介して露光光と同じ

波長の照明光E LがZ θ軸駆動ステージ4の内部に導かれている。光ファイバー4 4の代わりにレンズ系で露光をリレーしても良い。そのように導かれた照明光が、レンズ4 5 A、ビームスプリッター4 5 B及びレンズ4 5 Cを経て基準マーク板6上の基準マーク3 5 A～3 5 Dを照明し、ビームスプリッター4 5 Bを透過した照明光が、レンズ4 5 D、レンズ4 5 E、ミラー4 5 F及びレンズ4 5 Gを経て基準マーク板6上の基準マーク3 6 A～3 6 Dを照明している。

【0065】例えば基準マーク3 5 Aを透過した光は、投影光学系8を介して、レチクル1 2上のファインアライメントマーク2 9上にその基準マーク3 5 Aの像を結像する。その基準マーク3 5 Aの像及びアライメントマーク2 9からの光が、偏向ミラー1 5、レンズ4 0 A、レンズ4 0 Bを経てハーフミラー4 2に達し、ハーフミラー4 2で2分割された光がそれぞれ2次元CCDよりなるX軸用の撮像素子4 3 X及びY軸用の撮像素子4 3 Yの撮像面に入射する。これら撮像素子4 3 X及び4 3 Yの撮像面にはそれぞれ図12(a)に示すような、ファインアライメントマーク2 9 A及び基準マーク3 5 像3 5 A Rの像が投影される。この場合、X軸用の撮像素子4 3 Xの撮像画面4 3 X aは、ウエハステージ上のX方向に平行な領域で、且つ水平走査線の方向もX方向であるが、Y軸用の撮像素子4 3 Yの撮像画面4 3 Y aは、ウエハステージ上のY方向に平行な領域で、且つ水平走査線の方向もY方向である。

【0066】従って、撮像素子4 3 Xの撮像信号S 4 Xの加算平均から基準マーク3 5 Aとアライメントマーク2 9 AとのX方向の位置ずれ量が求められ、撮像素子4 3 Yの撮像信号S 4 Yの加算平均から基準マーク3 5 Aとアライメントマーク2 9 AとのY方向の位置ずれ量が求められる。これら撮像信号S 4 X及びS 4 Yが信号処理装置4 1に供給されている。

【0067】より詳細に、符号Aが付されたマーク群をアライメントしている場合を例に取って説明すると、RA顕微鏡1 9では例えば図12(a)に示されているアライメントマーク2 9 Aと基準マーク像3 5 A Rと同時に観察する。この図12(a)において、破線で囲まれた撮像画面4 3 X a及び4 3 Y a内の画像信号S 4 X及びS 4 Yが、信号処理装置4 1内でアナログ/デジタル変換によりデジタル信号として検出される。それぞれの走査線上の画像データは、信号処理装置4 1内で、X軸及びY軸で独立に加算平均され、加算平均されたX軸用の画像信号S 4 X'及びY軸用の画像信号S 4 Y'はそれぞれ図12(b)及び(c)に示されるようになる。これら画像データはそれぞれ1次元画像処理信号として処理される。

【0068】この様にして得られた信号を信号処理装置4 1で演算処理すると、図10のレチクル1 2のマーク像2 9 A Wと基準マーク板6の基準マーク3 5 AとのX

方向及びY方向の相対的な位置ずれA L' x 及びA L' yが求められる。そして、図1のRA顕微鏡2 0により、マーク像3 0 A Wと基準マーク3 6 AとのX方向及びY方向の相対的な位置ずれA R' x 及びA R' yが求められる。同様に、図10のマーク像2 9 B W～2 9 D Wと基準マーク3 5 B～3 5 Dとの相対的な位置ずれ、及びマーク像3 0 B W～3 0 D Wと基準マーク3 6 B～3 6 Dとの相対的な位置ずれが求められる。

【0069】しかし、例えば図12(b)のアライメントマーク2 9 Aに対応する画像信号と、基準マーク像3 5 A Rに対応する画像信号とは、それぞれレチクル側の干渉計とウエハ側の干渉計によって位置を制御されている。従って、例えば符号Aが付されたマーク群(図10の2 9 A W, 3 5 A, 3 0 A W, 3 6 A)を計測している際のレチクル側の干渉計の計測座標R e A x, R e A y 1, R e A y 2と、ウエハ側の干渉計の計測座標W a A X, W a A Y 1, W a A Y 2とに対して、各ステージの追従誤差に起因する計測誤差(=実測値-設定値)である $\Delta R e A x$, $\Delta R e A y 1$, $\Delta R e A y 2$ と、 $\Delta W a A X$, $\Delta W a A Y 1$, $\Delta W a A Y 2$ とが生ずる。この計測誤差が先ほど演算により求められた相対的な位置ずれA L' x, A L' yに含まれている。

【0070】そこで次式のように、計測により得られた相対的な位置ずれからそれらの誤差を差し引いた結果が、図10のアライメント誤差のベクトルA LのX成分A L x及びY成分A L yとなる。但し、次式において $(1/M)$ は投影光学系8の縮小倍率であり、I L及びR Lはそれぞれ図7で説明した間隔である。

【0071】
30 【数1】 $A L_x = A L' x - \Delta R e A x / M - \Delta W a A X$
【0072】

【数2】 $A L_y = A L' y - \Delta R e A y 1 / M - \{ (\Delta W a A Y 1 + \Delta W a A Y 2) / 2 - (\Delta W a A Y 2 - \Delta W a A Y 1) \cdot R L / I L \}$

【0073】同様にして、図10のアライメント誤差のベクトルA RのX成分A R x及びY成分A R yも次式から求められる。

【0074】
30 【数3】 $A R_x = A R' x - \Delta R e A x / M - \Delta W a A X$
【0075】

【数4】 $A R_y = A R' y - \Delta R e A y 2 / M - \{ (\Delta W a A Y 1 + \Delta W a A Y 2) / 2 - (\Delta W a A Y 2 - \Delta W a A Y 1) \times R L / I L \}$

【0076】次に、オフ・アクシス方式のアライメント装置3 4により得られる結果を補正して得られる図10の誤差ベクトルA O～D Oについて説明するが、そのためのアライメント装置3 4の構成につき図13を参照して説明する。

【0077】図13は、そのアライメント装置3 4の構成を示し、この図13において、基準マーク板6上の基

準マークからの光は、偏向ミラー部46で偏向されてハーフプリズム47に入射し、ハーフプリズム47で反射された光が白色光を用いた画像処理方式のアライメント光学系（以下「FIA光学系」という）48に向かい、ハーフミラーを透過した光が、ヘテロダイインビームにより格子マークからの回折光を検出するためのアライメント光学系（以下「LIA光学系」という）52に入射する。

【0078】先ず、FIA光学系48側から説明すると、照明光源49からの照明光はFIA光学系48を経た後、ハーフプリズム47及び偏向ミラー46によって偏向されて、基準マーク板6上の基準マークを照明する。その戻り光は同じ光路を辿ってFIA光学系48に戻り、FIA光学系48を通過した光がハーフプリズム50Aに入射し、ハーフプリズム50Aを透過した光束が2次元CCDよりなるX軸用の撮像素子51Xの撮像面上に基準マーク板6上の基準マーク像を結像し、ハーフプリズム50Aで反射された光束が2次元CCDよりなるY軸用の撮像素子51Yの撮像面上に基準マーク板6上の基準マーク像を結像する。

【0079】それぞれの撮像素子51X及び51Yの撮像面上には、図14(a)に示すような画像が結像される。基準マーク板6上の基準マークは格子状のパターンの格子点であり、図14(a)にはその格子状のパターンの像37Pが投影されている。その格子状のパターンの像37Pの基準マーク板6上での格子ピッチをP、暗線の幅をLとすると、幅Lは格子ピッチPよりかなり小さく設定されている。また、その撮像面には、基準マーク板6の照明光とは別の照明光で照明されたX方向用の参照マーク（指標マーク）像48X1, 48X2及びY方向用の指標マーク像48Y1, 48Y2が結像されている。それら指標マーク像の位置を基準として、基準マーク板6上の基準マークの位置を検出することができる。

【0080】具体的には、図14(a)の中でX方向と共にY方向の撮像領域51Xa及びY方向と共にX方向の撮像領域51Yaが、それぞれ図13の撮像素子51X及び51Yで撮像される。撮像素子51X及び51Yの水平走査線の方向はそれぞれX方向及びY方向と共にX方向であり、撮像素子51X及び51Yのそれぞれの撮像信号S5X及びS5Yが図13の信号処理装置56に供給される。信号処理装置56では、撮像信号S5X及びS5Yをそれぞれ加算平均して、図14(b)の画像信号S5X'及び図14(c)の画像信号S5Y'を得、これら画像信号から基準マーク板6上の対象とする基準マークの位置ずれを求める。さらに詳細な構成は、特願平4-16589号に開示されている。

【0081】検出対象とする基準マークが図10の基準マーク37Aの場合に、図14(a)の画像処理により得られる、基準マーク37Aの参照マークに対するX方

向及びY方向の相対的な位置ずれをそれぞれAO'x及びAO'yとする。このときの基準マーク板6の位置はウエハ座標系で管理されているので、その計測結果から図7(a)のZθ軸駆動ステージ4の追従誤差及び回転誤差を引いた値が、図10の誤差ベクトルAOのX成分AOx及びY成分AOyとなる。但し、図13のFIA光学系48に対応するX成分AOx及びY成分AOyをそれぞれAOrx及びAOryとする。即ち、次式が得られる。

【0082】

$$[数5] AO_{rx} = AO'_{rx} - (WaAOX - WaAX)$$

【0083】

【数6】

$$AO_{ry} = AO'_{ry} - (WaAY1 + WaAY2) / 2$$

【0084】一方、図13のLIA光学系52を含むアライメント系では、レーザ光源53からのレーザ光が、LIA光学系52、ハーフプリズム47を透過した後、偏向ミラー45で偏向されて基準マーク板6上の回折格子状の基準マークに入射する。その基準マークからの回折光は、同じ光路を辿ってLIA光学系52に戻り、LIA光学系52を通過した回折光は、ハーフプリズム50Bで2分割されてX方向用の受光素子55X及びY方向用の受光素子55Yに入射する。

【0085】この際に、LIA光学系52内でレーザ光源53からのレーザ光は2分割され、内部の周波数シフターによってそれら2つのレーザ光の周波数には△fの周波数差が与えられている。それら2つのレーザ光の干渉光が受光素子54で受光され、その受光素子からは周波数△fの参照信号S6が出力される。また、それら2つの周波数の異なるレーザ光（ヘテロダイインビーム）がある適当な入射角で基準マーク板6上の回折格子状の基準マークに照射され、その基準マークによるそれら2本のレーザ光の±1次回折光が、平行に基準マーク板6に対して垂直に戻るようになっている。、その±1次光の干渉光は周波数△fで光強度が変化するが、位相が基準マークのX座標及びY座標に応じて変化する。そして、受光素子55Xからは、基準マークのX座標に応じて位相が変化している周波数△fのビート信号S7Xが出力され、受光素子55Yからは、基準マークのY座標に応じて位相が変化している周波数△fのビート信号S7Yが出力され、参照信号S6及びビート信号S7X, S7Yは信号処理装置56に供給されている。

【0086】検出対象の基準マークを図10の基準マーク37Aとすると、図13の信号処理装置56は、図14(d)に示すように、参照信号S6とビート信号S7Xとの位相差△φxより、基準マーク37AのX方向の位置ずれAO'xを求め、図14(e)に示すように、参照信号S6とビート信号S7Xとの位相差△φyより、基準マーク37AのY方向の位置ずれAO'yを求める。この計測結果から図7(a)のZθ軸駆動ステー

ジ4の追従誤差及び回転誤差を引いた値が、図10の誤差ベクトルAOのX成分AO_x及びY成分AO_yとなる。但し、図13のLIA光学系52に対応するX成分AO_x及びY成分AO_yをそれぞれAO_{lx}及びAO_{ly}とする。即ち、次式が得られる。

【0087】

$$【数7】 AO_{lx} = AO'_{lx} - (WaAOX - WaAX)$$

【0088】

【数8】

$$AO_{ly} = AO'_{ly} - (WaAY1 + WaAY2) / 2$$

【0089】以上の様にして、図10の符号Aが付されたマーク群の位置でアライメントを行うと、AL_x、AL_y、AR_x、AR_y、AO_{ox}、AO_{oy}、AO_{lx}、AO_{ly}の8個のデータが計測される。この様なシーケンスで符号Aが付されたマーク群～符号Dが付されたマーク群までの計測を行うことによって、32個(=8×4)のデータが求められる。これら32個のデータの内で、RA顕微鏡19及び20により得られたデータを実測データD_{xn}、Dynとして記憶し、オフ・アクシス方式のアライメント装置34により得られたデータを実測データA_{xn}、A_{yn}として記憶する。その後、動作は図2のステップ111に移行する。

【0090】図2のステップ111において、RA顕微鏡19、20に対応する実測データD_{xn}、D_{yn}に対して、実際にレチクル座標系とウエハ座標系とを線形誤差のみで変換できるようにした座標系での、x方向及びy方向の座標をF_{xn}及びF_{yn}とすると、これらの関係は以下の様になる。

【0091】

【数9】

$$\begin{bmatrix} F_{xn} \\ F_{yn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_x & -R_x \cdot (\omega + \theta) \\ R_y \cdot \theta & R_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} O_x \\ O_y \end{bmatrix}$$

【0092】また、x方向及びy方向の非線形誤差をε_{xn}及びε_{yn}とすると、次式が成立する。

【0093】

【数10】

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{xn} \\ \varepsilon_{yn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{xn} \\ F_{yn} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 - R_x & -R_x \cdot (\omega + \theta) \\ R_y \cdot \theta & 1 - R_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} O_x \\ O_y \end{bmatrix}$$

【0094】そして、これら非線形誤差(ε_{xn}、ε_{yn})が最小となる様に最小自乗近似を用いて、(数9)の6つのパラメータR_x、R_y、θ、ω、O_x、O_yの値を算出する。ここでx方向のスケーリングパラメータR_xはレチクル12と基準マーク板6とのx方向の倍率誤差を示し、スケーリングパラメータR_yはレチクル座標系とウエハ座標系との走査方向(y方向)のスケーリング

誤差を示す。また、角度パラメータθはレチクル12と基準マーク板6と回転誤差、角度パラメータωはレチクル座標系とウエハ座標系との走査方向の平行度、オフセットパラメータO_x及びO_yは両者のx方向及びy方向のオフセット値をそれぞれ示す。

【0095】次に、図2のステップ112及び113において、ベースライン量を求める。この場合、オフ・アクシス方式のアライメント装置34で計測されたデータA_{xn}及びA_{yn}の平均値をそれぞれ⟨A_x⟩及び⟨A_y⟩

10 として、ベースライン量計測時のオフセットは⟨A_x⟩-O_x、⟨A_y⟩-O_yとなる。従って、アライメント時には、図7(a)のレーザービームLWXを用いる干渉計(以下、「露光用干渉計LWX」とも呼ぶ)からレーザービームLW_{of}を用いる干渉計(以下、「オフ・アクシス専用干渉計LW_{of}」とも呼ぶ)に制御を切り換え、図13のFIA光学系48を使用する場合には、計測されたデータA_{xn}及びA_{yn}の平均値をそれぞれ⟨A_{f x}⟩及び⟨A_{f y}⟩とする。そして、オフセット(⟨A_{f x}⟩-O_x、⟨A_{f y}⟩-O_y)のオフセットを図7(a)のレーザービームLWY1、LWY2、LW_{of}に対応する干渉計の計測値に持たせてアライメント処理を行えばよい。一方、図13のLIA光学系52を使用する場合には、計測されたデータA_{xn}及びA_{yn}の平均値をそれぞれ⟨AL_x⟩及び⟨AL_y⟩とする。そして、干渉計の計測値(⟨AL_x⟩-O_x、⟨AL_y⟩-O_y)のオフセットをもたせねば良い。

【0096】なお、以上の補正方式は、ステージ座標系の基準座標系を基準マーク板6上の基準マークに基づいて設定することを意味している。この場合には、言い換えると、例えば基準マーク板6上の基準マーク37A～37Dを通る軸が基準軸となり、この基準軸上で露光用干渉計LWXの読み値を0とした場合の、この基準軸上でのオフ・アクシス専用干渉計LW_{of}の読み値(ヨーイング値)が求められる。そして、露光時には、露光用干渉計LWXの読み値と、オフ・アクシス専用干渉計LW_{of}の実際の読み値にそのヨーイング値の補正を行った結果とを、それぞれ「受渡し用の干渉計値」として、この受渡し用の干渉計値に基づいてウエハ5の位置合わせを行うものである。

40 【0097】これに対して、例えば図7(a)において、ステージ座標系の基準軸をX軸用の移動鏡7Xとする方法を使用してもよい。この場合には、先ず図7(a)の状態で、露光用干渉計LWXの読み値、及びオフ・アクシス専用干渉計LW_{of}の読み値を同時にリセット(0に)し、以後の露光時には受渡し用の干渉計値を用いることなく計測値そのものを使用する。一方、アライメント時には、例えば基準マーク板6上の基準マーク37A～37Dを通る基準軸の移動鏡7Xに対する傾斜角θ_xを求め、レーザービームLWXとLW_{of}との間隔I_Lを用いて、オフ・アクシス専用干渉計LW_{of}の読み値

に $I_L \cdot \theta_{xf}$ の補正を行って得た値を用いる。これにより、通常の露光時には露光用干渉計 LWX の読み値、及びオフ・アクシス専用干渉計 $LWof$ の読み値をそのまま使用できるようになる。

【0098】次に、計測データ D_{xn} , D_{yn} は、ウエハ座標系とレチクル座標系との相対誤差のみを表しているので、ウエハ座標系基準で最小自乗近似計算を行った場合は、求められたパラメータ R_x , R_y , θ , ω , O_x , O_y はすべてウエハ座標系を基準としたレチクル座標系の線形誤差で表される。そこで、レチクル座標系の x 座標及び y 座標をそれぞれ r_{xn}' 及び r_{yn}' とすると、ウエハ座標系の動きに応じて次式から求められた新座標 (r_{xn} , r_{yn}) に基づいてレチクルを駆動すれば良い。

【0099】

【数11】

$$\begin{bmatrix} r_{xn} \\ r_{yn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_x & -R_x \cdot (\omega + \theta) \\ R_y \cdot \theta & R_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{xn}' \\ r_{yn}' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} O_x \\ O_y \end{bmatrix}$$

【0100】この処理では、既にオフセット O_x , O_y の補正がレチクル側でなされているので、ベースライン量としては ($\langle A_x \rangle$, $\langle A_y \rangle$) のオフセットを補正するのみでよい。また、レチクル座標系を基準とした場合は、すべて逆の結果となり、ウエハ座標系で補正することも可能である。またこれらの補正是ラファライメント時はウエハ座標系で補正し、ファインアライメント時はレチクル座標系で行う等の様に分けて制御してもかまわない。

【0101】以上の様に本実施例によれば、1回のレチクルアライメント時に、複数のマークを利用してレチクルアライメント及びベースライン量のチェックを行うので、レチクルの描画誤差と、レチクル及びウエハの位置合わせ誤差とを平均化する事が可能となり、アライメン*

*ト精度が向上する。更に、これらの工程をすべて同時にやるでスループットも向上する。更に、非走査方向 (X 方向)において複数の基準マークを同時に計測できる基準マーク板 6 を採用している為に、干渉計の光路の空気揺らぎによる誤差が生じない。

【0102】しかしながら、走査方向には基準マーク板 6 がステップ的に移動するので空気揺らぎによる影響が考えられる。その為ベースライン量のチェック時に、図 13 の LIA 光学系 52 を用いた処理を行う際に、受光素子 55X 及び 55Y の出力値を用いてウエハステージ (Z θ 軸駆動ステージ 4 等) の位置をロックして、レチクルアライメント及びベースライン量のチェックを行えば、空気揺らぎの影響は最小限に抑えられる。また、本例のレチクルマークはレチクル 12 の 4 隅部の計 8箇所に配置されている。これはレチクル座標系とウエハ座標系との対応関係を調べる為に、オフセットのみでなく、パラメータ R_x , R_y , θ , ω が必要であり、4 隅にマークを配置した方がパラメータ R_y , θ , ω の決定には有利である事による。更に、発光性の基準マーク板 6 を用いる場合は、発光部に制限があり、基準マーク板 6 上の全面を発光させることが難しい為である。

【0103】また、レチクル 12 上のレチクルマーク数を n とすると、オフセットパラメータ O_x , O_y は $1/n^{1/2}$ に平均化され、他のパラメータの誤差も小さくなる。従って、レチクルマーク数 n を増加する程誤差は小さくなる。以下に、レチクルマーク数 n とパラメータの誤差及びベースライン量の誤差との関係をシミュレーションした結果を示す。以下では(数11)の新座標系での4隅でのばらつきを、標準偏差 σ の3倍で且つ単位 [nm] で表す。

【0104】

【表1】

レチクル マーク数 n	RX, Ry, θ , ω の誤差		ベースライン量 の誤差		悪い方の自乗和	
	座標軸	X	Y	X	Y	
4		9.59	10.96	8.8	7.2	16.00
8		7.10	7.92	6.2	5.1	9.43
12		5.86	6.48	5.1	4.2	7.77
16		5.03	5.80	4.4	3.6	6.83

【0105】以上よりレチクルマーク数 n を 8 個とすることにより、レチクル描画誤差を 50 nm、ステージのステッピング誤差を 10 nm としても、レチクルアライメント及びベースライン量のチェックの精度を 10 nm 以下にできることが分かる。即ち、発光性の基準マーク板 6 の制限以内で処理速度を早くして、レチクルマーク数 n を多くとっていけば、より精度を向上させる事も可

能となる。

【0106】この際に基準マーク板 6 上のパターンング誤差及び投影光学系 8 のディストーション誤差が新座標系の中に誤差として残るが、これらは変動がほとんどないので、装置調整時に露光結果を参照データと比較して、得られた誤差をシステムオフセットとして取り除けば問題はない。なお、上述実施例では、図 8 (c) に示

すように、基準マーク板6上に基準マーク35A～35Dが複数個設けられ、基準マーク37A～37Dも複数個設けられている。しかしながら、例えば1個の基準マーク35A及び1個の基準マーク37Aのみを使用しても、レチクル12だけを走査して計測結果を平均化することにより、レチクル12上のパターンの描画誤差の影響を低減できる。

【0107】次に、本発明の第2実施例につき、図15及び図16のフローチャートを参照して説明する。これに関して、上述の第1実施例のレチクルアライメントモードはレチクル上の4組のファインアライメントマーク29A～29D、30A～30Dを使用して、ファインのレチクルアライメントを行うものであった。しかしながら、第1実施例の方法により1度ファインのレチクルアライメントが行われた後は、スキャン方向のスケーリング誤差、又はスキャン方向のレチクル座標系とウエハ座標系との平行度が小さい場合等には、1組のファインアライメントマークを使ってレチクルアライメントやベースライン計測を行うようにしてもよい。このように1組のファインアライメントマークを使って非スキャン方向の倍率(R_x)計測、ローテーション(θ)計測、及びベースライン計測の3項目に対する計測を実施するアライメントモードを「クイックモード」と呼ぶ。このクイックモードは、更にレチクル12上のファインアライメントマーク29A～30Dの描画誤差が小さいことが予め分かっている場合にも、適用することができる。

【0108】このクイックモードでは、例えば、レチクル12上の1組のファインアライメントマーク29A、30Aと、基準マーク板6上の1組の基準マーク35A、36Aと、基準マーク板6上の1つの基準マーク37Aとを使って、非スキャン方向の倍率(R_x)計測、ローテーション(θ)計測、及びベースライン計測の3項目に対する計測を実施する。但し、このクイックモードの場合、1組のファインアライメントマーク29A、30Aの描画誤差を補正するためには、ファインアライメントシーケンスで求めた、マーク29A、30Aの描画誤差を記憶しておく必要がある。

【0109】この第2実施例の動作を図15及び図16を参照して説明する。図15及び図16の動作は、図2の動作にクイックモードを加えた動作であり、ファインモードとクイックモードとが切り換える可能となっている。図15のステップにおいて、図2のステップに対応するステップには同一符号を付してその詳細説明を省略する。

【0110】図15において、ステップ101～104については図2の場合と同様に、レチクルホルダー上にレチクル12を載置し、ラフサーチ用アライメントマーク27及び28の位置をそれぞれRA顕微鏡19及び20にて検出する。次に、ステップ115でファインモードとクイックモードとのどちらか一方を選択する。この

選択結果は予め図1のキーボード22Cを介してオペレータから指示されている。但し、不図示のバーコード・リーダによりレチクル12のパターン情報等を読み取り、この結果に基づいて主制御系22Aが自動的にアライメントモードを選択するようにしてもよい。

【0111】ファインモードが選択されると、図15のステップ105～113が実行され、前述の如く複数のファインアライメントマークと複数の基準マークとを使ったレチクルアライメント及びファインアライメントの計測結果を使ったベースライン計測が実行される。そして、ステップ114で、レチクル12上の新座標系上において、本来の位置に対する実際のファインアライメントマーク29A及び30Aの位置の描画誤差(以下、「マーク誤差」という)を求め、そのマーク誤差を主制御系22A内の記憶部に記憶する。マーク誤差を求める際には、ステップ113で求めた関係(変換パラメータ)より、ウエハ座標系を基準としてレチクル座標系を求め、このレチクル座標系上でファインアライメントマーク29A～29D、30A～30Dの設計上の座標値に対する計測された座標値の非線形誤差を求める。この非線形誤差がマーク誤差となる。このようにして、ファインアライメント時に、ステップ112、113の結果からレチクル上の新座標系上でのマーク誤差を記憶しておく。また、レチクル描画誤差を予め計測してある場合は、オペレータが描画誤差を直接入力してもよい。描画誤差に線形成分が含まれる時は特に効果が大きい。

【0112】一方、ステップ115でクイックモードが選択されると、動作は図16のステップ116に移行する。そしてステップ116～118において、図15のステップ105～107と同じ動作を実行する。即ち、クイックモードでレチクル12上の1対のファインアライメントマーク30A、29A、及び基準マーク板6上の1対の基準マーク36A、35Aの像をRA顕微鏡により観察し、オフ・アクシス方式のアライメント装置34によって1個の基準マーク37Aを検出する。また、ステップ119の後半で、RA顕微鏡で観察したマーク、及びオフ・アクシス方式のアライメント装置34で検出したマークの位置を求める。その後、ステップ119において、レチクル12上のファインアライメントマーク30A、29Aの検出された位置に対して、図15のステップ114で求めたマーク誤差の補正を行う。これにより、クイックモードで計測するマークの個数は少なくとも、レチクル12上のパターン描画誤差は第1実施例のファインアライメントモードの場合とほぼ同程度に補正できる。

【0113】次に、ステップ120において、ステップ119での補正により得られた各マークの位置に基づいて、(数9)の6個の変換パラメータ(R_x 、 R_y 、 θ 、 ω 、 O_x 、 O_y)内の、非スキャン方向の倍率誤差 R_x 、ローテーション θ 、及びオフセット O_x 、 O_y

を求める。具体的には、図8(a)及び(c)に示すように、実測した基準マーク35A, 36AのX方向(非スキャン方向)のマーク間隔と、マーク像29AW, 30AWのX方向の間隔との差から非スキャン方向の倍率誤差 R_x を求める。更に、基準マーク35A, 36AのY方向(スキャン方向)の位置ずれと、マーク像29AW, 30AWのY方向の位置ずれとの差、及びマーク間隔からローテーション θ を求める。また、オフセット O_x, O_y は基準マークとレチクルのマーク像との平均的な位置ずれ量から求められる。

【0114】なお、このクイックモードでは、計測対象とするマークはレチクル側と基準マーク板6側とで2個ずつあるため、(数9)の6個の変換パラメータ内の4個の変換パラメータしか決めることができない。そこで、上述のように4個の変換パラメータの値を求めている。なお、例えば図4のY方向に並んだ2個のファインアライメントマーク29A, 29D、及び図8(c)の2個の基準マーク35A, 35Dを計測対象と選択することにより、走査方向の倍率誤差 R_y を求めることができる。

【0115】そして、ステップ120で求められた非スキャン方向の倍率誤差 R_x 、ローテーション θ 、及びオフセット O_x, O_y に基づいてレチクルアライメントが行われる。なお、倍率誤差の計測は、各マークの設計値に対する各マークの計測値のずれ分に対応する倍率誤差を予めテーブルとして用意しておき、各マークの設計値に対する各マークの計測値のずれ分をそのテーブルに当てはめて倍率誤差を求めるようにしてもよい。

【0116】次に、ステップ121において、基準マーク35A, 36Aの中心座標の計測値と基準マーク37Aの計測値とを使ってベースライン計測を行う。このように、本実施例によれば、一度ファインアライメントモードを実行してレチクル12のパターンの描画誤差(マーク誤差)を求めておき、クイックモードでアライメントを実行する場合には、そのマーク誤差の補正を行っているため、高いスループットで且つ高精度にスリットスキャン方式の投影露光装置のアライメントを行うことができる。

【0117】次に、本発明の第3実施例につき図17のフローチャートを参照して説明する。この第3実施例は、ウエハを所定枚数交換する毎に、即ち所定枚数のウエハに露光を行う毎に、上述のクイックモードでレチクルアライメントとベースライン計測とを行うものである。本実施例において、図1の投影露光装置でレチクルを交換した後、例えば数100枚のウエハにレチクル12のパターンを順次露光する場合の動作の一例を図17を参照して説明する。

【0118】先ず、図17のステップ211において、前に使用したレチクルを図1のレチクル12に交換して露光動作が開始される。この際には図15のステップ1

01～104及び115、並びに図16のステップ116～121に示す、クイックモードのレチクルアライメント及びベースラインチェックの動作が実行される。その後、ステップ212で変数Nに初期値として、次にレチクルアライメント及びベースラインチェックを行うまでに露光するウエハの枚数を設定し、ステップ213でウエハをウエハステージ4上にロードする。但し、ステップ213で既に露光されたウエハがあるときにはその露光済みのウエハのアンロード(搬出)を行った後に新たなウエハのロードを行う。

【0119】次に、ステップ214で変数Nが0であるかどうか、即ちレチクルアライメント及びベースラインチェックを行うタイミングであるかどうかが調べられ、変数Nが0より大きい場合にはステップ215で変数Nから1を減算してステップ216に移行する。このステップ216では、図13のオフ・アクシス方式のアライメント装置34又はTTL方式のウエハアライメント系を用いてウエハのアライメントを行った後、ウエハの各ショット領域にレチクル12のパターンが露光される。

20 全部(指定枚数)のウエハへの露光が終了すると、そのレチクル12に関する露光工程は終了するが、全部のウエハへの露光が終わっていない場合には、ステップ213に戻って露光済みのウエハのアンロード及び新たなウエハのロードが行われる。その後動作はステップ214に移行する。

【0120】また、ステップ214でN=0、即ちレチクルアライメント及びベースラインチェックを行うタイミングである場合にはステップ217においてレチクル12の回転誤差及び倍率誤差の計測が行われる。これは

30 図16のステップ120と同様である。その後、ステップ218に移行し、ここでオフ・アクシス方式のアライメント装置34(FIA光学系48を含むアライメント系又はLIA光学系52を含む2光束干渉アライメント方式のウエハアライメント系)のX方向及びY方向のベースラインチェックが行われる。その後、ステップ219で変数Nとして次にベースラインチェックを行うまでに露光するウエハの枚数を設定してから、動作はステップ216に戻る。

【0121】このように、本実施例によれば、レチクルを交換する毎に、レチクルアライメント及びベースライン計測を行うと共に、所定枚数のウエハに露光を行う毎にクイックモードでレチクルアライメント及びベースライン計測を行っているため、高いスループットで各ウエハとレチクルのパターン像との重ね合わせ精度を高めることができる。

【0122】また、上述実施例の手法はオフ・アクシス方式のアライメント時のベースライン計測について説明しているが、投影光学系のフィールド内を用いたTTL(スルー・ザ・レンズ)方式においても本発明の適用により同様の効果が期待できる。このように、本発明は上

述実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0123】

【発明の効果】本発明の第1の投影露光方法によれば、最終的に、例えばマスク上の複数の計測用マークの各位置で求められた位置ずれに合わせて、最小自乗近似等によって、マスク座標系と基板座標系とを対応付けるパラメータ（倍率、走査方向のスケーリング、回転、走査方向の平行度、X方向及びY方向のオフセット）を求ることにより、マスク上の計測用マークの描画誤差の影響を小さく抑えることができる。

【0124】また、第2の投影露光装置によれば、マスク側の複数の計測用マークに関する計測結果を平均化することにより、マスクの計測用マークの描画誤差を小さくして、投影光学系の基準点とアライメント系の基準点との間隔であるベースライン量を正確に計測できる。また、第3の投影露光装置によれば、基準マーク部材上に、マスク上の複数の計測用マークに対応させてその第1の基準マークを複数個形成すると共に、これら複数の第1の基準マークからそれぞれ投影光学系の露光フィールド内の基準点とオフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔に対応する間隔でその第2の基準マークを複数個形成しているため、基準マーク側でも平均化が行われるので、より正確にベースライン量が計測される。

【0125】また、本発明の第4の投影露光方法によれば、クイックモードによる簡易的な計測工程を選択することにより、必要に応じて高いスループットでマスク上の座標系とステージ上の座標系との対応関係を求めることが可能である。また、第5の投影露光方法によれば、クイックモードによる簡易的な計測工程を選択することにより、必要に応じて高いスループットでマスク上の座標系とステージ上の座標系との対応関係、及びベースライン量を求めることが可能である。

【0126】また、第6の投影露光方法によれば、所定枚数の基板に露光を行う毎に、クイックモードによる簡易的な計測工程を実行しているため、多くの基板に連続的にスキャン方式で露光を行う場合に、高いスループットでマスク上の座標系とステージ上の座標系との対応関係、及びベースライン量を求めることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による投影露光方法の実施例が適用される投影露光装置を示す構成図である。

【図2】第1実施例のアライメント方法及びベースライン量のチェック方法を示すフローチャートである。

【図3】レチクルローダー系を示す斜視図である。

【図4】(a)はレチクル上のアライメントマークの配置図、(b)は投影光学系の有効視野と共に役な領域でのアライメントマーク等を示す配置図、(c)はファインアライメントマーク29A～30Dを示す拡大図である。

る。

【図5】(a)はレチクルの大まかなアライメントを行う場合の説明図、(b)は図5(a)を縮小した図である。

【図6】レチクルの大まかなアライメントを行うときに撮像素子から得られる種々の撮像信号を示す波形図である。

【図7】(a)はウエハ側のステージの平面図、(b)はレチクル側のステージの平面図である。

10 【図8】(a)はレチクル上のマーク配置を示す投影図、(b)はレチクル上のマークの一例を示す拡大投影図、(c)は基準マーク板6上の基準マークの配置を示す平面図、(d)は基準マーク35A等の一例を示す拡大図、(e)は基準マーク37A等の一例を示す平面図である。

【図9】レチクルアライメント及びベースライン量の計測時の基準マーク板、レチクル、投影光学系及びアライメント装置の関係を示す平面図である。

20 【図10】レチクルアライメント及びベースライン量の計測により得られる誤差ベクトルを示す図である。

【図11】レチクルアライメント顕微鏡19及び照明系の構成を示す一部を切り欠いた構成図である。

【図12】(a)は図11の撮像素子で観察される画像を示す図、(b)及び(c)はその画像に対応するX方向及びY方向の画像信号を示す波形図である。

【図13】オフ・アクシス方式のアライメント装置34を示す構成図である。

30 【図14】(a)は図13の撮像素子で観察される画像を示す図、(b)及び(c)はその画像に対応するX方向及びY方向の画像信号を示す波形図、(d)及び(e)は図13のLIA光学系を介して得られる検出信号を示す波形図である。

【図15】第2実施例のアライメント方法及びベースライン量のチェック方法の一部の動作を示すフローチャートである。

【図16】第2実施例のアライメント方法及びベースライン量のチェック方法の残りの動作を示すフローチャートである。

40 【図17】第3実施例の露光方法の動作を示すフローチャートである。

【図18】従来のステッパーのアライメント系を示す一部を切り欠いた構成図である。

【符号の説明】

4 Zθ軸駆動ステージ

5 ウエハ

6 基準マーク板

7 ウエハ側の移動鏡

8 投影光学系

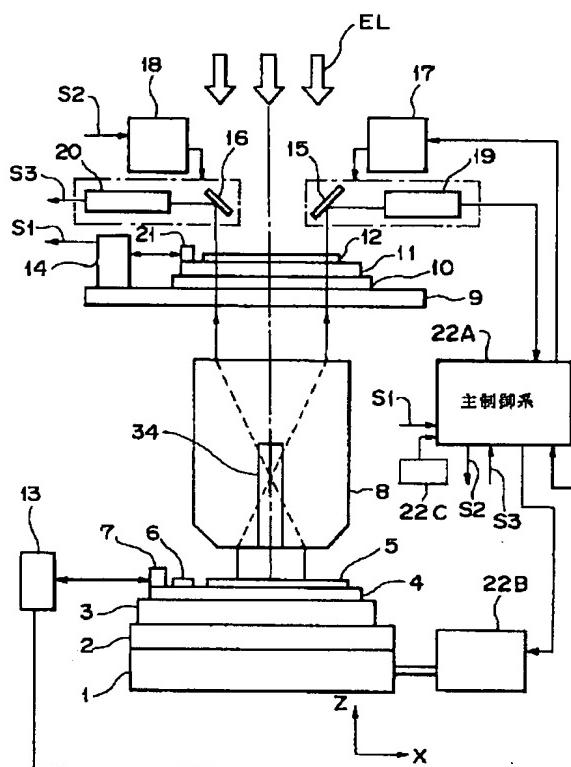
11 レチクル微小駆動ステージ

12 レチクル

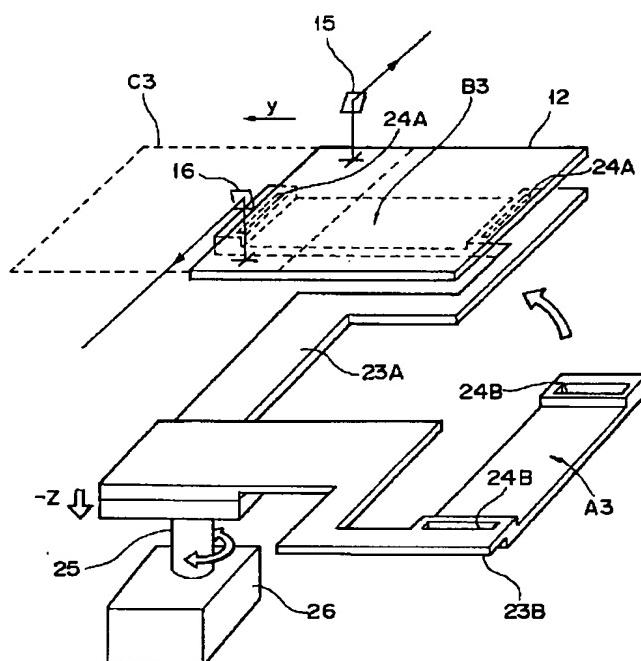
19, 20 レチクルアライメント頭微鏡 (RA顕微鏡)
21 レチクル側の移動鏡
27, 28 ラフサーチ用アライメントマーク
29A~29D, 30A~30D ファインアライメン*

*トマーク
34 オフ・アクシス方式のアライメント装置
35A~35D, 36A~36D 基準マーク
37A~37D 基準マーク

【図1】

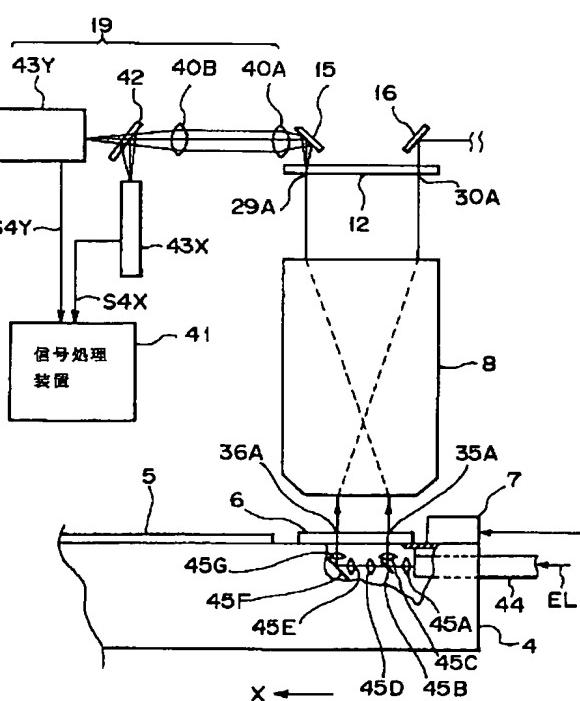
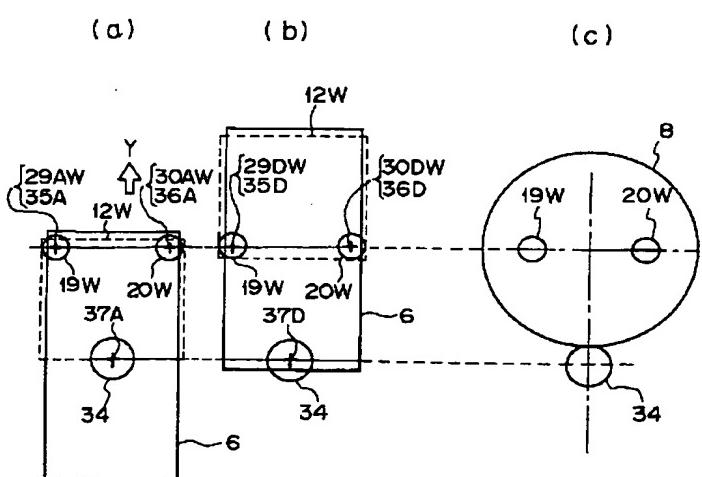


【図3】

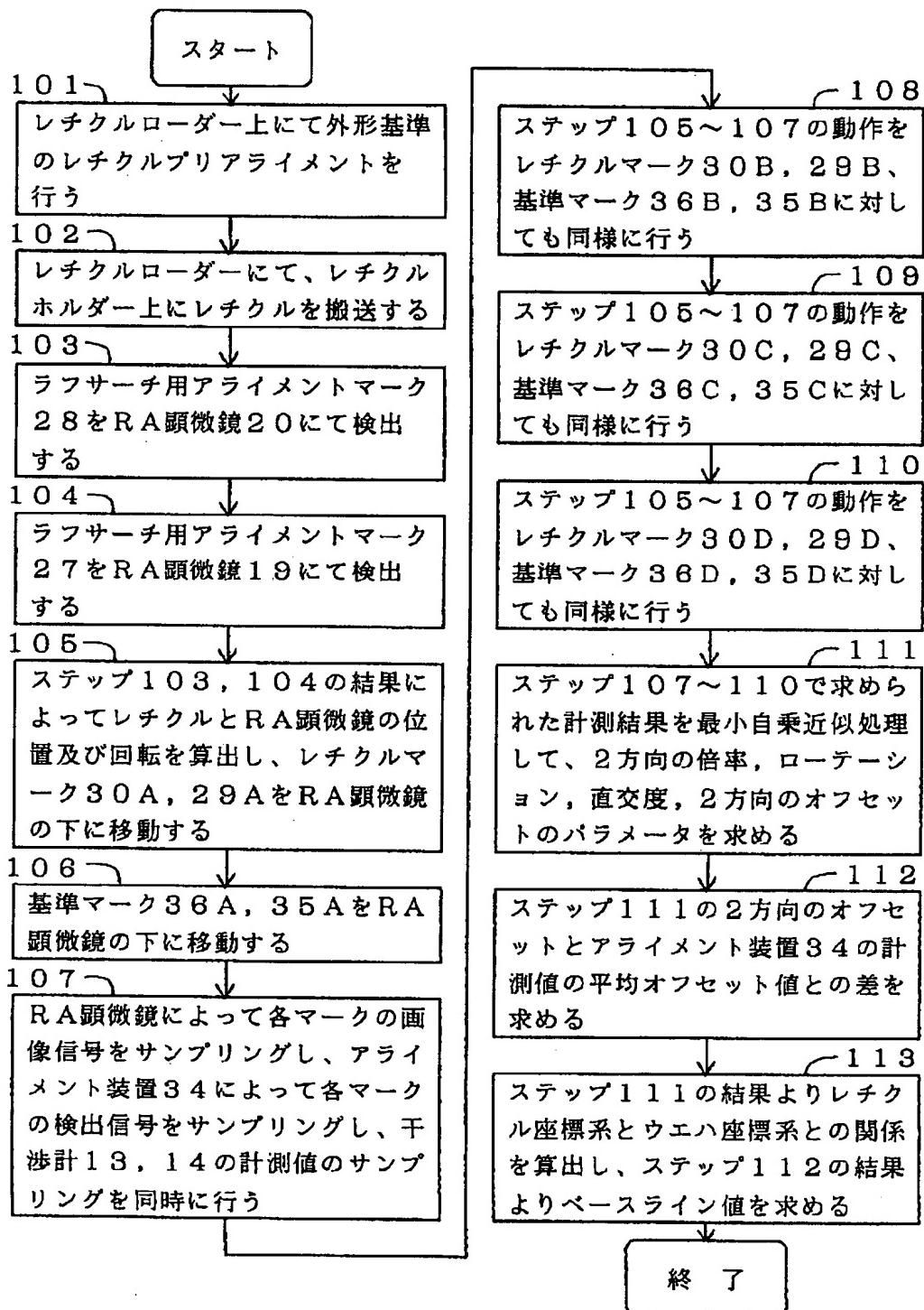


【図11】

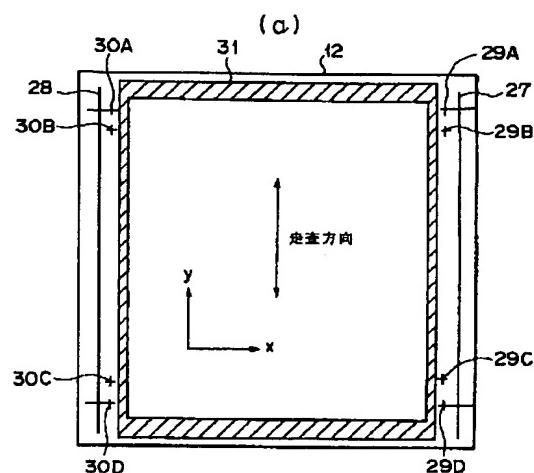
【図9】



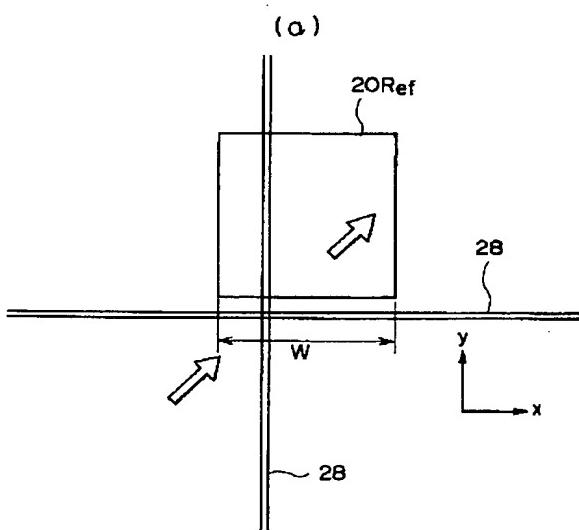
【図2】



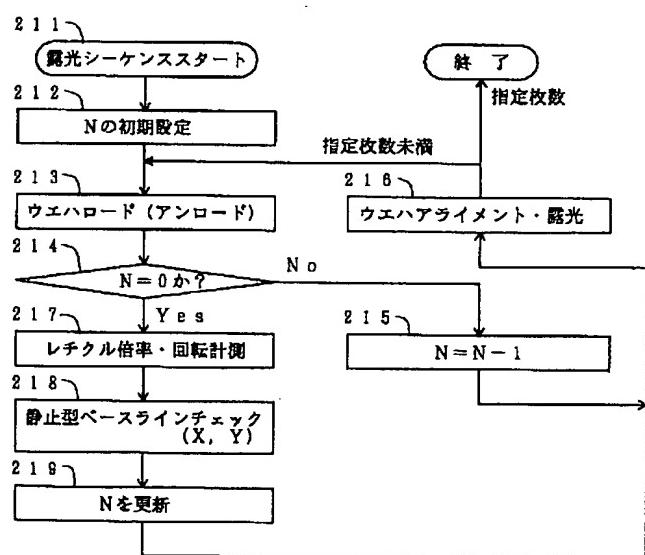
【図4】



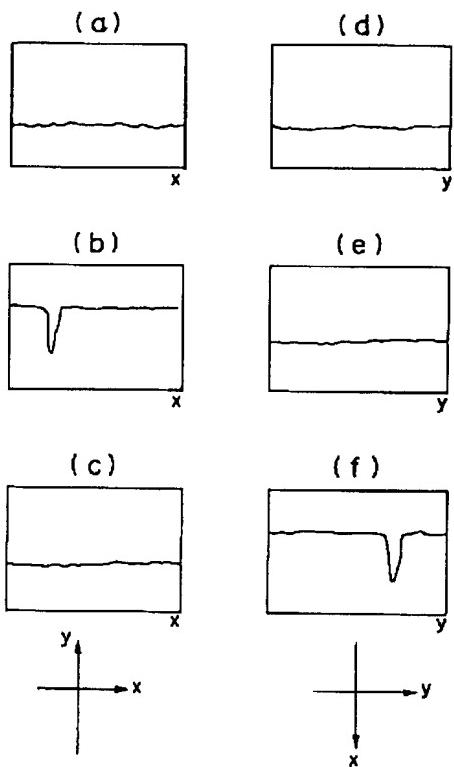
【図5】



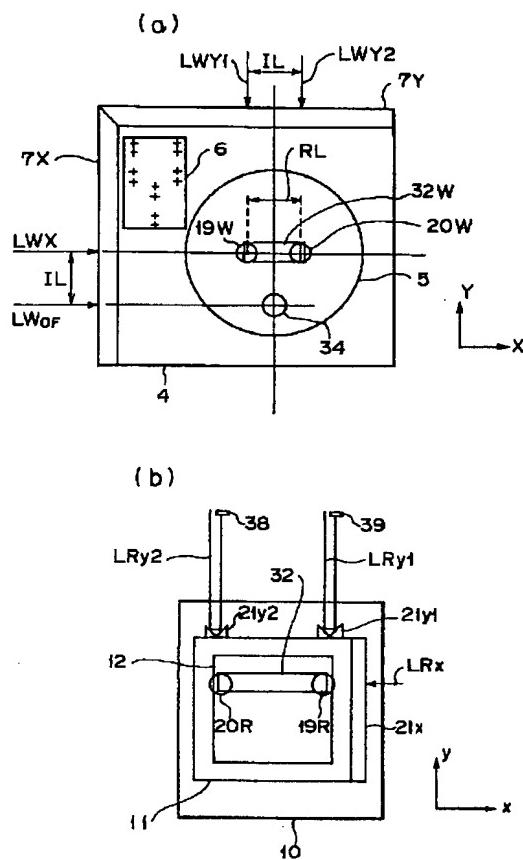
【図17】



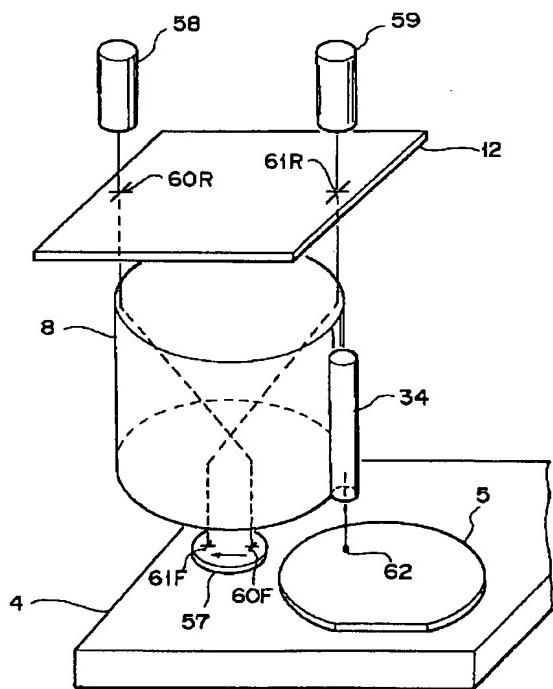
【図6】



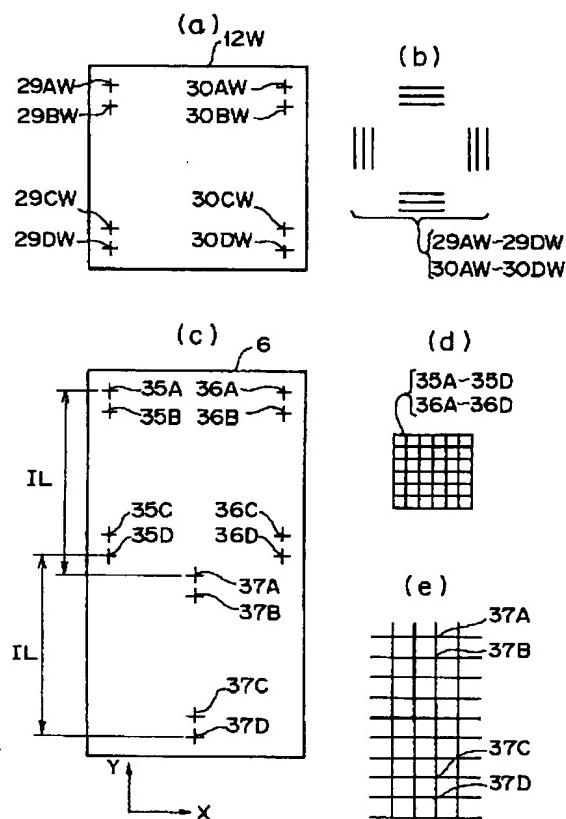
【図7】



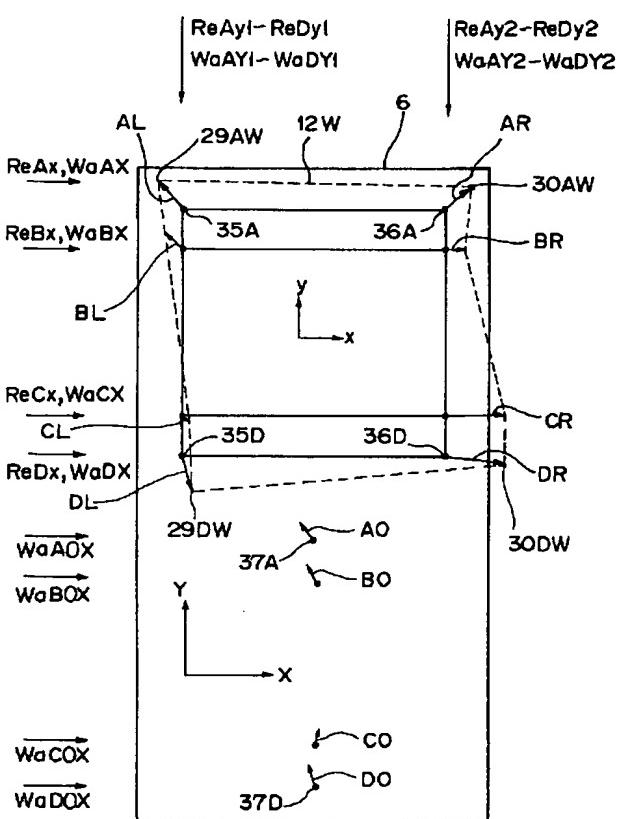
【図18】



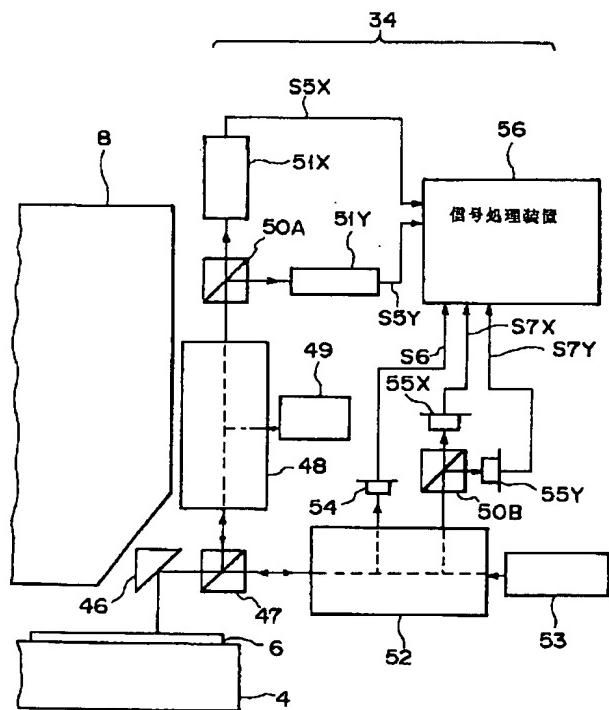
【図8】



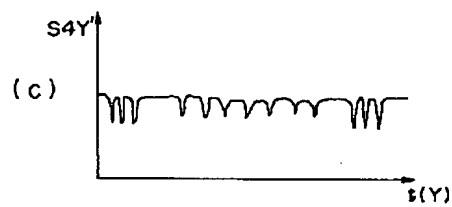
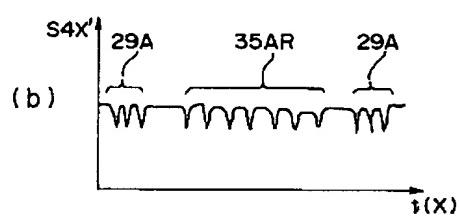
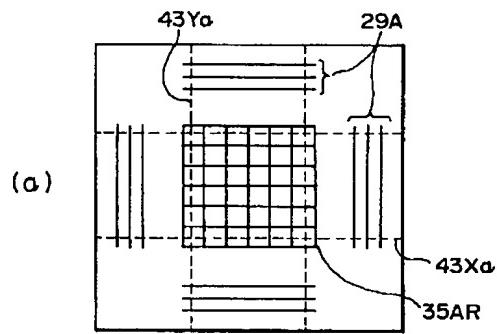
【図10】



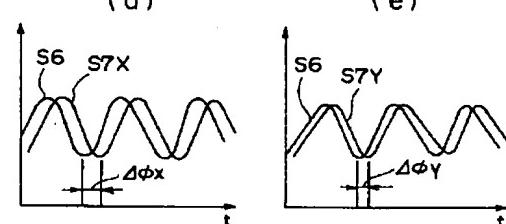
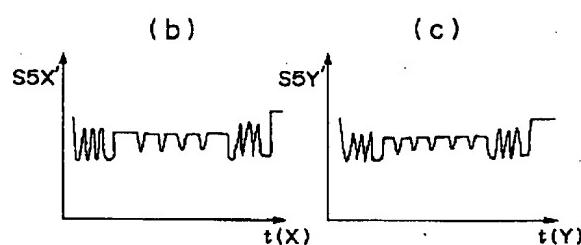
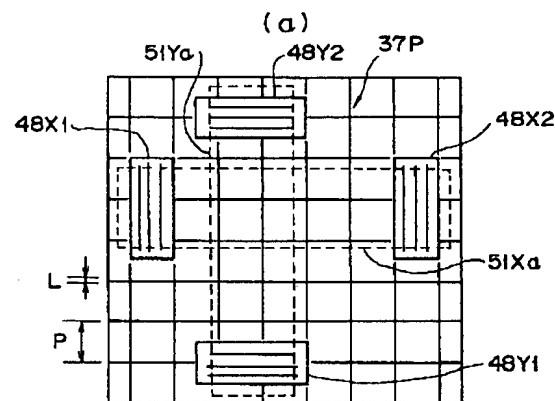
【図13】



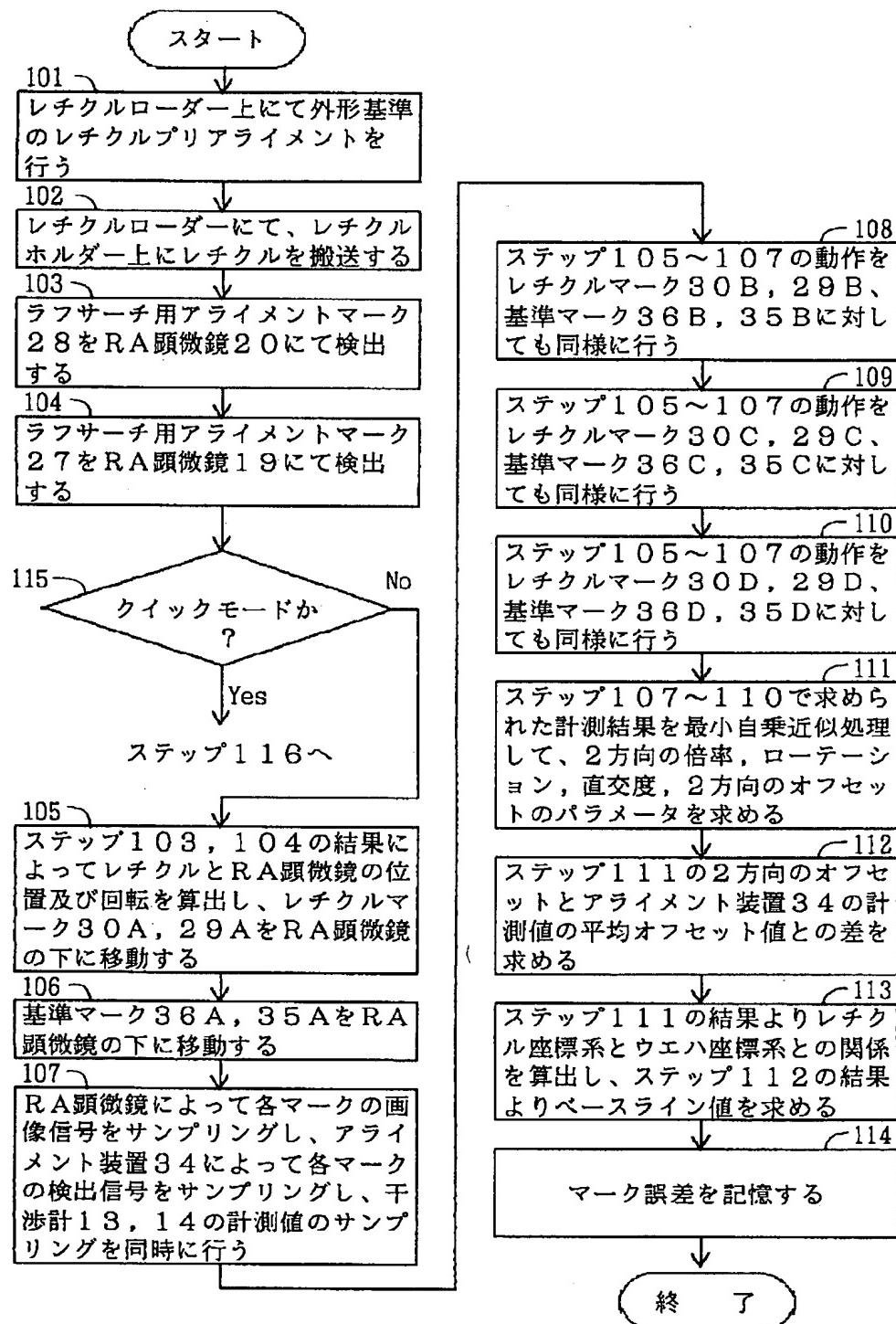
【図12】



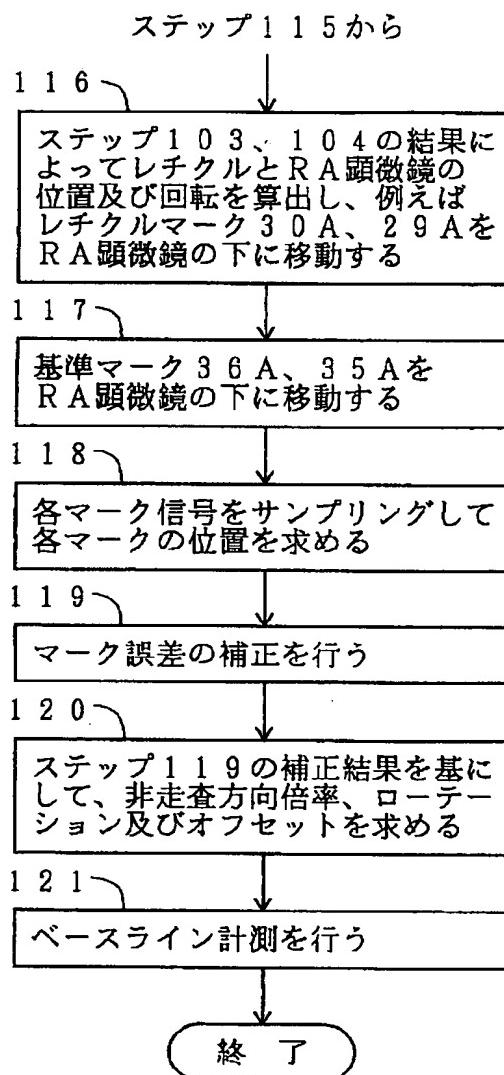
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(51) Int.C1.⁶

G 0 3 F 9/00

識別記号 序内整理番号

H

F I

技術表示箇所

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第7部門第2区分
【発行日】平成13年8月3日(2001.8.3)

【公開番号】特開平7-176468
【公開日】平成7年7月14日(1995.7.14)
【年通号数】公開特許公報7-1765
【出願番号】特願平5-334759
【国際特許分類第7版】

H01L 21/027
G03B 27/32
G03F 7/20 521
9/00

【F I】

H01L 21/30 525 C
G03B 27/32 F
G03F 7/20 521
9/00 H
H01L 21/30 520 A

【手続補正書】

【提出日】平成12年9月13日(2000.9.13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】投影露光方法及び装置、並びに露光装置

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、前記所定形状の照明領域内のマスク上のパターン像を投影光学系を介してステージ上の基板に露光し、前記所定形状の照明領域に対して相対的に前記マスク及び前記基板を同期して走査することにより、前記マスク上の前記所定形状の照明領域よりも広い面積のパターン像を前記基板上に露光する投影露光方法において、

前記マスク上に前記相対的な走査の方向に複数の計測用マークを形成し、該複数の計測用マークとほぼ共役な位置に複数の基準マークが形成された基準マーク部材を前記ステージ上に配置し、前記マスク及び前記基板を前記相対的な走査の方向に同期して移動させて、前記マスク上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マークと前記ステージ上の対応する

基準マークとの位置ずれ量を順次計測し、前記複数の計測用マークと前記複数の基準マークとのそれぞれの位置ずれ量より、前記マスク上の座標系と前記ステージ上の座標系との対応関係を求めることを特徴とする投影露光方法。

【請求項2】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、前記所定形状の照明領域内のマスク上のパターン像を投影光学系を介してステージ上の基板に露光し、前記所定形状の照明領域に対して相対的に前記マスク及び前記基板を同期して走査することにより、前記マスク上の前記所定形状の照明領域よりも広い面積のパターン像を前記基板上に露光する投影露光方法において、

前記投影光学系の近傍に前記基板上の位置決め用のマークの位置を検出するためのオフ・アクシス方式のアライメント系を配置し、前記マスク上に前記相対的な走査の方向に複数の計測用マークを形成し、前記投影光学系の露光フィールド内の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔に対応する間隔で第1及び第2の基準マークが形成された基準マーク部材を前記ステージ上に配置し、

前記オフ・アクシス方式のアライメント系で前記基準部材上の前記第2の基準マークを観察した状態で、前記マスクを前記相対的な走査の方向に移動させて、前記マスク上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マークと前記ステージ上の前記第1の基準マークとの位置ずれ量を順次計測し、

前記複数の計測用マークと前記第1の基準マークとのそれぞれの位置ずれ量の平均値及び前記オフ・アクシス方式のアライメント系で観察した前記第2の基準マークの

位置ずれ量より、前記投影光学系の露光フィールド内の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔を求ることを特徴とする投影露光方法。

【請求項3】 前記基準マーク部材上に、前記マスク上の複数の計測用マークに対応させて前記第1の基準マークを複数個形成すると共に、該複数の第1の基準マークからそれぞれ前記投影光学系の露光フィールド内の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔に対応する間隔で前記第2の基準マークを複数個形成し、

前記マスク及び前記ステージを前記相対的な走査の方向に同期して移動させて、前記マスク上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マークと前記ステージ上の対応する前記第1の基準マークとの位置ずれ量を順次計測すると共に、前記オフ・アクシス方式のアライメント系で複数の前記第2の基準マークの内の対応する基準マークを観察し、

前記複数の計測用マークと前記複数の第1の基準マークとのそれぞれの位置ずれ量の平均値及び前記オフ・アクシス方式のアライメント系で観察した前記複数の第2の基準マークの位置ずれ量の平均値より、前記投影光学系の露光フィールド内の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔を求ることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項4】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、前記所定形状の照明領域内のマスク上のパターン像を投影光学系を介してステージ上の基板に露光し、前記所定形状の照明領域に対して相対的に前記マスク及び前記基板を同期して走査することにより、前記マスク上の前記所定形状の照明領域よりも広い面積のパターン像を前記基板上に露光する投影露光方法において、

前記マスク上に前記相対的な走査の方向に複数の計測用マークを形成し、該複数の計測用マークとほぼ共役な位置に複数の基準マークが形成された基準マーク部材を前記ステージ上に配置し、

前記マスク及び前記基板を前記相対的な走査の方向に同期して移動させて、前記マスク上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マークと前記ステージ上の対応する基準マークとの位置ずれ量を順次計測し、前記計測用マークと前記基準マークとのそれぞれの位置ずれ量を求める第1工程と；前記マスク上の複数の計測用マークの内の所定の1つの計測用マークと前記ステージ上の対応する基準マークとの位置ずれ量を1回だけ計測し、前記計測用マークと前記基準マークとの位置ずれ量を求める第2工程と；前記第1工程と前記第2工程とのどちらか一方を選択し、選択された工程で求められた前記計測用マークと前記基準マークとのそれぞれの位置ずれ量に基づいて前記マスク上の座標系と前記ステージ上の座標系との対応関係を求める第3工程と；を有することを特徴とする投影露光方法。

【請求項5】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、前記所定形状の照明領域内のマスク上のパターン像を投影光学系を介してステージ上の基板に露光し、前記所定形状の照明領域に対して相対的に前記マスク及び前記基板を同期して走査することにより、前記マスク上の前記所定形状の照明領域よりも広い面積のパターン像を前記基板上に露光する投影露光方法において、
前記投影光学系の近傍に前記基板上の位置決め用のマークの位置を検出するためのオフ・アクシス方式のアライメント系を配置し、
前記マスク上に前記相対的な走査の方向に複数の計測用マークを形成し、該複数の計測用マークとほぼ共役な位置に複数の基準マークが形成された基準マーク部材を前記ステージ上に配置し、該複数の基準マークは前記投影光学系の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔に対応する間隔で配置された第1及び第2の基準マークからなり、

前記オフ・アクシス方式のアライメント系で前記基準マーク部材上の前記第2の基準マークを観察した状態で、前記マスクを前記相対的な走査の方向に移動させて、前記マスク上の複数の計測用マークの内の1つの計測用マークと前記第1の基準マークとの位置ずれ量を順次計測する第1工程と；前記オフ・アクシス方式のアライメント系で前記基準マーク部材上の前記第2の基準マークを観察した状態で、前記マスク上の複数の計測用マークの内の所定の1つの計測用マークと前記第1の基準マークとの位置ずれ量を計測する第2工程と；前記第1工程と前記第2工程とのどちらか一方を選択する第3工程と；該第3工程で選択された工程での計測結果である、前記計測用マークと前記基準マークとのそれぞれの位置ずれ量、及び前記オフ・アクシス方式のアライメント系で観察した前記第2の基準マークの位置ずれ量より、前記マスク上の座標系と前記ステージ上の座標系との対応関係と、前記投影光学系の露光フィールド内の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔を求める第4工程と；を有することを特徴とする投影露光方法。

【請求項6】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、前記所定形状の照明領域内のマスク上のパターン像を投影光学系を介してステージ上の基板に露光し、前記所定形状の照明領域に対して相対的に前記マスク及び前記基板を同期して走査することにより、前記マスク上の前記所定形状の照明領域よりも広い面積のパターン像を前記基板上に露光する投影露光方法において、
前記投影光学系の近傍に前記基板上の位置決め用のマークの位置を検出するためのオフ・アクシス方式のアライメント系を配置し、
前記マスク上に前記相対的な走査の方向に複数の計測用マークを形成し、該複数の計測用マークとほぼ共役な位置に複数の基準マークが形成された基準マーク部材を前

記ステージ上に配置し、該複数の基準マークは前記投影光学系の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔に対応する間隔で形成された第1及び第2の基準マークからなり、前記基板を所定枚数交換する毎に、

前記オフ・アクシス方式のアライメント系で前記基準マーク部材上の前記第2の基準マークを観察した状態で、前記マスク上の複数の計測用マークの内の所定の1つの計測用マークと対応する前記第1の基準マークとの位置ずれ量を計測し、該計測された位置ずれ量、及び前記オフ・アクシス方式のアライメント系で観察した前記第2の基準マークの位置ずれ量より、前記マスク上の座標系と前記ステージ上の座標系との対応関係と、前記投影光学系の露光フィールド内の基準点と前記オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔を求めることが特徴とする投影露光方法。

【請求項7】 パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板との各々を同期して移動することにより、前記マスクのパターンを用いて前記基板を走査露光する投影露光方法において、

前記走査露光に先立ち、前記マスクを保持する第1ステージと該第1ステージとは独立に前記基板を保持して移動可能な第2ステージとの少なくとも一方を所定の走査方向へ移動して前記第1ステージと前記第2ステージとを相対的に移動することにより、前記基板を走査露光するための情報を求めることを特徴とする投影露光方法。

【請求項8】 前記第1ステージの走査方向は、前記第1ステージの位置情報を計測する第1干渉計システムで規定され、

前記第2ステージの走査方向は、前記第2ステージの位置情報を計測する第2干渉計システムで規定されることを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項9】 前記相対的な移動では、前記第1ステージ及び前記第2ステージの各々を互いに異なる走査方向へ移動することを特徴とする請求項7又は8に記載の方法。

【請求項10】 前記相対的な移動は、前記基板の走査露光時と同様に行なわれることを特徴とする請求項9に記載の方法。

【請求項11】 前記相対的な移動では、前記第1ステージと前記第2ステージとを同期して移動させることを特徴とする請求項10に記載の方法。

【請求項12】 前記相対的な移動は、前記第1ステージのみの移動を含むことを特徴とする請求項7又は8に記載の方法。

【請求項13】 前記第1ステージと前記第2ステージとを相対的に移動するとともに、前記第1ステージ上のマークを検出して、前記基板を走査露光するための情報を求めることを特徴とする請求項7～12のいずれか一項に記載の方法。

【請求項14】 前記第1ステージ上には、前記走査方向に離れた複数のマークが配置されていることを特徴とする請求項13に記載の方法。

【請求項15】 前記第1ステージ上のマークは、前記第2ステージ上のマークとともに検出されることを特徴とする請求項13又は14に記載の方法。

【請求項16】 前記第2ステージ上には、前記走査方向に離れた複数のマークが配置されることを特徴とする請求項15に記載の方法。

【請求項17】 前記基板を走査露光するための情報は、前記マスクと前記基板とを所定の位置関係で同期移動させるための情報を含むことを特徴とする請求項7～16のいずれか一項に記載の方法。

【請求項18】 前記基板を走査露光するための情報は、前記第1ステージの移動を制御するための第1座標系と前記第2ステージの移動を制御するための第2座標系との対応関係に関する情報を含むことを特徴とする請求項7～17のいずれか一項に記載の方法。

【請求項19】 パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板とを同期して移動することにより、前記マスクのパターンを用いて基板を走査露光する投影露光方法において、

前記走査露光に先立ち、前記マスク及び前記基板のうちの一方を保持する第1ステージ上の基準部材に所定の走査方向に離れて形成された複数のマークをそれぞれ検出することを特徴とする投影露光方法。

【請求項20】 前記複数のマークを検出するために前記第1ステージを前記走査方向へ移動することを特徴とする請求項19に記載の方法。

【請求項21】 パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板とを同期して移動することにより、前記マスクのパターンを用いて前記基板を走査露光する投影露光方法において、

前記走査露光に先立って、前記マスク及び前記基板のうちの一方を保持する第1ステージを所定の走査方向に動かすとともに、前記第1ステージ上の基準部材に形成されたマークを検出することを特徴とする投影露光方法。

【請求項22】 前記走査方向は、前記第1ステージの位置情報を計測する第1干渉計システムで規定されることを特徴とする請求項19、20、又は21に記載の方法。

【請求項23】 前記基準部材上のマークは、前記マスク及び前記基板のうちの他方を保持する第2ステージ上のマークとともに検出されることを特徴とする請求項19、20、又は21に記載の方法。

【請求項24】 前記基準部材上のマークの検出結果を用いて、前記第1ステージの移動を制御するための第1座標系と前記第2ステージの移動を制御するための第2座標系との対応関係を求めることが特徴とする請求項19～23のいずれか一項に記載の方法。

【請求項25】 前記第1座標系は、前記第1ステージの位置情報を計測する第1干渉計システムで規定され、前記第2座標系は、前記第2ステージの位置情報を計測する第2干渉計システムで規定されることを特徴とする請求項24に記載の方法。

【請求項26】 パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板との各々を同期して移動することにより、前記基板を走査露光する投影露光方法において、前記走査露光に先立ち、前記マスク及び前記基板の一方を保持する第1ステージ上の、所定の走査方向に離れた複数のマークをそれぞれ検出して、前記第1ステージの移動を制御するための第1座標系と、前記マスク及び前記基板の他方を保持する第2ステージの移動を制御するための第2座標系との対応関係を求めるることを特徴とする投影露光方法。

【請求項27】 前記第1座標系は、前記第1ステージの位置情報を計測するための第1干渉計システムで規定され、前記第2座標系は、前記第2ステージの位置情報を計測するための第2干渉計システムで規定されることを特徴とする請求項26に記載の方法。

【請求項28】 前記第1ステージ上のマークは、前記第2ステージ上のマークとともに検出されることを特徴とする請求項26又は27に記載の方法。

【請求項29】 前記第2ステージ上には、前記走査方向に離れた複数のマークが配置されることを特徴とする請求項28に記載の方法。

【請求項30】 前記複数のマークを検出するために、前記第1ステージを前記所定の走査方向へ移動することを特徴とする請求項28に記載の方法。

【請求項31】 前記第1ステージ上のマークと前記第2ステージ上のマークとを検出するために、前記第1ステージの移動と並行して、前記第2ステージを前記第1ステージとは異なる走査方向へ移動することを特徴とする請求項30に記載の方法。

【請求項32】 第1ステージに保持されたマスクのパターンを用いて第2ステージに保持された基板を露光する投影露光方法において、

前記第1ステージ上の複数のマークを検出する第1モードと、該第1モードで検出されるマークの数よりも少ない数の、前記第1ステージ上のマークを検出する第2モードとのいずれか一方を選択することを特徴とする投影露光方法。

【請求項33】 前記第2モードは、前記第1モードで検出された複数のマークの一部を検出することを特徴とする請求項32に記載の方法。

【請求項34】 前記第1ステージ上のマークは、前記第2ステージ上のマークとともに検出されることを特徴とする請求項32又は33に記載の方法。

【請求項35】 前記第1ステージ上のマークと前記第2ステージ上のマークとを検出することによって、前記第1ステージを移動を制御するための第1座標系と前記第2ステージの移動を制御するための第2座標系との対応関係を検出することを特徴とする請求項34に記載の方法。

2ステージ上のマークとを検出することによって、前記第1ステージを移動を制御するための第1座標系と前記第2ステージの移動を制御するための第2座標系との対応関係を検出することを特徴とする請求項34に記載の方法。

【請求項36】 前記基板の露光中に、前記第1ステージと前記第2ステージとを同期して走査することを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項37】 前記第1ステージ上には前記第1座標系で規定される走査方向に離れた複数のマークが形成されることを特徴とする請求項36に記載の方法。

【請求項38】 前記第1モードでは、前記第1ステージ上の複数のマークを検出することによって、前記第1座標系で規定される走査方向と前記第2座標系で規定される走査方向との平行度を求めることが特徴とする請求項37に記載の方法。

【請求項39】 前記第1モードでは、前記第1ステージ上の複数のマークを検出することによって、前記第1座標系で規定される走査方向のスケーリングと前記第2座標系で規定される走査方向のスケーリングとの対応関係を求めることが特徴とする請求項37に記載の方法。

【請求項40】 前記第1モードを実行した後に、前記第2モードの選択が可能となることを特徴とする請求項32～39のいずれか一項に記載の方法。

【請求項41】 前記第1モードで前記マスクの描画誤差を求め、該描画誤差を前記第2モードに適用することを特徴とする請求項40に記載の方法。

【請求項42】 パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板との各々を同期して移動することにより、前記マスクのパターンを用いて前記基板を走査露光する投影露光装置において、

前記マスク及び前記基板のうちの一方を保持して移動する第1ステージと、

前記マスク及び前記基板のうちの他方を保持して移動する第2ステージと、

前記走査露光に先立ち、前記第1ステージと前記第2ステージとの少なくとも一方を所定の走査方向へ移動して前記第1ステージと前記第2ステージとを相対移動することにより、前記基板を走査露光するための情報を求める制御システムと、

を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項43】 前記マスクのパターンの像を前記基板上に投影する投影系と、

前記第1ステージ上のマークと前記第2ステージ上のマークとを前記投影系を介して検出するマーク検出系とをさらに備え、

前記制御システムは、前記第1ステージと前記第2ステージとを相対移動するとともに、前記マーク検出系により前記第1ステージ上のマークと前記第2ステージ上のマークとを検出して、前記基板を走査露光するための情

報を求める特徴とする請求項42に記載の装置。

【請求項44】 前記マーク検出系とは別に、前記基板のアライメント情報を検出するためのアライメント系をさらに備え、

前記基板を保持するステージ上には、前記マーク検出系で検出されるマークと前記アライメント系で検出されるマークとが配置され、

前記制御システムは、前記第1ステージと前記第2ステージとを相対移動するとともに、前記マーク検出系及び前記アライメント系による検出を行い、その検出結果に基づき、前記基板を走査露光するための情報として前記投影系の投影基準点と前記アライメント系の検出基準点との位置関係を求める特徴とする請求項43に記載の装置。

【請求項45】 前記投影系の投影基準点と前記アライメント系の検出基準点とは、前記走査方向に離れていることを特徴とする請求項44に記載の装置。

【請求項46】 パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板とを同期して移動することにより、前記マスクのパターンを用いて前記基板を走査露光する投影露光装置において、

複数の基準マークが所定の走査方向に離れて形成された基準部材と、

前記基準マークを検出するためのマーク検出系と、を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項47】 前記マーク検出系で前記複数の基準マークをそれぞれ検出するために、前記基準部材を前記走査方向へ移動する移動手段を備えたことを特徴とする請求項46に記載の装置。

【請求項48】 パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板とを同期して移動することにより、前記マスクのパターンを用いて前記基板を走査露光する投影露光装置において、

基準マークが形成された基準部材と、

前記基準マークを検出するためのマーク検出系と、前記マーク検出系で前記基準マークを検出するために所定の走査方向へ前記基準部材を移動する移動手段と、を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項49】 前記基準部材は、前記マスク及び前記基板のうちの一方を保持するステージ上に設けられることを特徴とする請求項46、47、又は48に記載の装置。

【請求項50】 マスクと基板とのそれぞれを同期して移動することにより、前記基板を走査露光する投影露光装置において、

前記マスクのパターンの像を前記基板上に投影する投影系と、

該投影系の光軸に対して前記基板の同期移動の方向に離れた検出位置を有し、

前記基板のアライメント情報を検出するアライメント系

と、

前記投影系の投影基準点と前記アライメント系の検出基準点との位置関係を計測する計測手段と、を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項51】 前記計測手段は、前記基板を保持するステージ上に配置された基準部材と、前記投影系を介して、前記基準部材に形成されたマークを検出するマーク検出系とを有することを特徴とする請求項50に記載の装置。

【請求項52】 前記計測手段は、前記マーク検出系により前記投影系を介して前記基準部材上のマークを検出することによって得られる情報と、前記アライメント系により前記基準部材上のマークを検出することによって得られる情報とに基づいて、前記投影系の投影基準点と前記アライメント系の検出基準点との位置関係を計測することを特徴とする請求項51に記載の装置。

【請求項53】 パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板とを同期移動することにより、前記基板を走査露光する投影露光装置において、前記マスク及び前記基板の一方の物体を保持する第1ステージと、前記マスク及び前記基板の他方の物体を保持する第2ステージと、

前記基板の走査露光に先立ち、前記第1ステージの移動を制御するための第1座標系と前記第2ステージの移動を制御するための第2座標系との対応関係を求めるために、前記同期移動の方向に離れて配置された前記第1ステージ上の複数のマークを検出するマーク検出系と、を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項54】 パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板とを同期移動することにより、前記基板を走査露光する投影露光装置において、

前記マスク及び前記基板の一方の物体を保持する第1ステージと、

前記マスク及び前記基板の他方の物体を保持する第2ステージと、

前記マスクのパターンの像を前記基板上に投影する投影系と、

前記同期移動の方向に離れて配置された前記第1ステージ上の複数のマークをそれぞれ検出するマーク検出系と、

前記マーク検出系とは別に設けられ、前記基板のアライメント情報を検出するアライメント系と、

前記マーク検出系により前記第1ステージ上のマークと前記第2ステージ上のマークとを検出するとともに、前記アライメント系により前記基板を保持するステージ上のマークを検出し、それぞれの検出結果に基づいて前記投影系の投影基準点と前記アライメント系の検出基準点との位置関係を計測する制御システムと、を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項5 5】 マスクのパターンを用いて基板を露光する露光装置において、前記マスクを保持する第1ステージと、前記第1ステージ上のマークを検出可能なマーク検出系と、前記マーク検出系により前記第1ステージ上の複数のマークを検出する第1モードを実行するか、前記マーク検出系により前記第1モードで検出されるマークの数よりも少ない数の、前記第1ステージ上のマークを検出する第2モードを実行するかを選択する制御システムと、を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項5 6】 前記制御システムは、所定数の基板を露光処理する毎に、前記第2モードを選択することを特徴とする請求項5 5に記載の装置。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えばスリットスキャン露光方式の投影露光方法及び装置に関する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】本発明は斯かる点に鑑み、スリットスキャン露光方式の投影露光技術において、レチクル（マスク）上のパターンの描画誤差の影響を低減させて、レチクル座標系（マスク座標系）とウエハ座標系（基板座標系）との対応付けを正確に行えるようにすることを目的とする。これに関して、工程によってはその対応付けの正確さよりも迅速性が重視される場合がある。そこで、本発明はレチクル座標系（マスク座標系）とウエハ座標系（基板座標系）との対応付けを高いスループットで行えるようにすることを目的とする。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】更に、本発明は、スリットスキャン露光方式の投影露光技術において、レチクル（マスク）上のパターンの描画誤差の影響を低減させて、投影光学系の露光フィールドの基準点と、オフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔であるベースライン量の計測を高精度に行えるようにすることをも目的とする。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】また、例えばベースライン計測を所定枚数のウエハを交換する毎に行うような場合には、正確さよりも迅速性が重視されることがあると共に、同時にレチクル座標系（マスク座標系）とウエハ座標系（基板座標系）との対応付けを行うことが望ましい。そこで、本発明はベースライン量の計測を所定のウエハ交換回数毎に行う際、レチクル座標系（マスク座標系）とウエハ座標系（基板座標系）との対応付け、及びそのベースライン計測を高いスループットで行えるようにすることを目的とする。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】また、本発明の第6の投影露光方法は、上述の発明と同じ前提部において、投影光学系（8）の近傍に基板（5）上の位置決め用のマークの位置を検出するためのオフ・アクシス方式のアライメント系（34）を配置し、マスク（12）上にその相対的な走査の方向に複数の計測用マーク（29A, 29B, …）を形成し、これら複数の計測用マークとほぼ共役な位置に複数の基準マークが形成された基準マーク部材（6）をステージ（4）上に配置し、これら複数の基準マークはその投影光学系の基準点とそのオフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔に対応する間隔で形成された第1（35A, 35B, …）及び第2（37A, 37B, …）の基準マークからなり、基板（5）を所定枚数交換する毎に、そのオフ・アクシス方式のアライメント系で基準マーク部材（6）上の第2の基準マーク（37A）を観察した状態で、マスク（12）上の複数の計測用マークの内の所定の1つの計測用マーク（29A）と対応する第1の基準マーク（35A）との位置ずれ量を計測し、このように計測された位置ずれ量、及びそのオフ・アクシス方式のアライメント系で観察した第2の基準マーク（37A）の位置ずれ量より、そのマスク上の座標系とそのステージ上の座標系との対応関係と、その投影光学系の露光フィールド内の基準点とそのオフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔（ベースライン量）を求めるものである。次に、本発明の第7の投影露光方法は、パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板との各々を同期して移動することにより、そのマスクのパターンを用いてその基板を走査露光する投影露光方法において、その走査露光に先立ち、そのマスクを保持する第1ステージと該第1ステージとは独立にその基板を保持して移動可能な第2ステージとの少なくとも一方を所定の走査方向へ移動してその第1ス

テージとその第2ステージとを相対的に移動することにより、その基板を走査露光するための情報を求めるものである。また、本発明の第8の投影露光方法は、パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板とを同期して移動することにより、そのマスクのパターンを用いて基板を走査露光する投影露光方法において、その走査露光に先立ち、そのマスク及びその基板のうちの一方を保持する第1ステージ上の基準部材に所定の走査方向に離れて形成された複数のマークをそれぞれ検出するものである。また、本発明の第9の投影露光方法は、パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板とを同期して移動することにより、そのマスクのパターンを用いてその基板を走査露光する投影露光方法において、その走査露光に先立って、そのマスク及びその基板のうちの一方を保持する第1ステージを所定の走査方向に動かすとともに、その第1ステージ上の基準部材に形成されたマークを検出するものである。また、本発明の第10の投影露光方法は、パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板との各々を同期して移動することにより、その基板を走査露光する投影露光方法において、その走査露光に先立ち、そのマスク及びその基板の一方を保持する第1ステージ上の、所定の走査方向に離れた複数のマークをそれぞれ検出して、その第1ステージの移動を制御するための第1座標系と、そのマスク及びその基板の他方を保持する第2ステージの移動を制御するための第2座標系との対応関係を求めるものである。また、本発明の第11の投影露光方法は、第1ステージに保持されたマスクのパターンを用いて第2ステージに保持された基板を露光する投影露光方法において、その第1ステージ上の複数のマークを検出する第1モードと、該第1モードで検出されるマークの数よりも少ない数の、その第1ステージのマークを検出する第2モードとのいずれか一方を選択するものである。次に、本発明の第1の投影露光装置は、パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板との各々を同期して移動することにより、そのマスクのパターンを用いてその基板を走査露光する投影露光装置において、そのマスク及びその基板のうちの一方を保持して移動する第1ステージと、そのマスク及びその基板のうちの他方を保持して移動する第2ステージと、その走査露光に先立ち、その第1ステージとその第2ステージとの少なくとも一方を所定の走査方向へ移動してその第1ステージとその第2ステージとを相対移動することにより、その基板を走査露光するための情報を求める制御システムとを備えたものである。また、本発明の第2の投影露光装置は、パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板とを同期して移動することにより、そのマスクのパターンを用いてその基板を走査露光する投影露光装置において、複数の基準マークが所定の走査方向に離れて形成された基準部材と、その基準マークを検出するためのマーク検出系とを

備えたものである。また、本発明の第3の投影露光装置は、パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板とを同期して移動することにより、そのマスクのパターンを用いてその基板を走査露光する投影露光装置において、基準マークが形成された基準部材と、その基準マークを検出するためのマーク検出系と、そのマーク検出系でその基準マークを検出するために所定の走査方向へその基準部材を移動する移動手段とを備えたものである。また、本発明の第4の投影露光装置は、マスクと基板とのそれぞれを同期して移動することにより、その基板を走査露光する投影露光装置において、そのマスクのパターンの像をその基板上に投影する投影系と、該投影系の光軸に対してその基板の同期移動の方向に離れた検出位置を有し、その基板のアライメント情報を検出するアライメント系と、その投影系の投影基準点とそのアライメント系の検出基準点との位置関係を計測する計測手段とを備えたものである。また、本発明の第5の投影露光装置は、パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板とを同期移動することにより、その基板を走査露光する投影露光装置において、そのマスク及びその基板の一方の物体を保持する第1ステージと、そのマスク及びその基板の他方の物体を保持する第2ステージと、その基板の走査露光に先立ち、その第1ステージの移動を制御するための第1座標系とその第2ステージの移動を制御するための第2座標系との対応関係を求めるために、その同期移動の方向に離れて配置されたその第1ステージ上の複数のマークを検出するマーク検出系とを備えたものである。また、本発明の第6の投影露光装置は、パターンが形成されたマスクと露光対象としての基板とを同期移動することにより、その基板を走査露光する投影露光装置において、そのマスク及びその基板の一方の物体を保持する第1ステージと、そのマスク及びその基板の他方の物体を保持する第2ステージと、そのマスクのパターンの像をその基板上に投影する投影系と、その同期移動の方向に離れて配置されたその第1ステージ上の複数のマークをそれぞれ検出するマーク検出系と、そのマーク検出系とは別に設けられ、その基板のアライメント情報を検出するアライメント系と、そのマーク検出系によりその第1ステージ上のマークとその第2ステージのマークとを検出するとともに、そのアライメント系によりその基板を保持するステージ上のマークを検出し、それぞれの検出結果に基づいてその投影系の投影基準点とそのアライメント系の検出基準点との位置関係を計測する制御システムとを備えたものである。また、本発明の露光装置は、マスクのパターンを用いて基板を露光する露光装置において、そのマスクを保持する第1ステージと、その第1ステージ上のマークを検出可能なマーク検出系と、そのマーク検出系によりその第1ステージ上の複数のマークを検出する第1モードを実行するか、そのマーク検出系によりその第1モードで検出

されるマークの数よりも少ない数の、その第1ステージ上のマークを検出する第2モードを実行するかを選択する制御システムとを備えたものである。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】

【実施例】以下、本発明の第1実施例につき図面を参照して説明する。本実施例は、スリットスキャン露光方式の投影露光装置でレチクルのパターンをウエハ上に露光する場合に、本発明を適用したものである。図1は本実施例の投影露光装置を示し、この図1において、図示省略された照明光学系からの露光光ELによる矩形の照明領域（以下、「スリット状の照明領域」という）によりレチクル12上のパターンが照明され、そのパターンの像が投影光学系8を介してウエハ5上に投影露光される。この際に、露光光ELのスリット状の照明領域に対して、レチクル12が図1の紙面に対して前方向に一定速度Vで走査されるのに同期して、ウエハ5は図1の紙面に対して後方向に一定速度V/M（1/Mは投影光学系8の縮小倍率）で走査される。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0122

【補正方法】変更

【補正内容】

【0122】また、上述実施例の手法はオフ・アクシス方式のアライメント時のベースライン計測について説明しているが、投影光学系のフィールド内を用いた TTL（スルー・ザ・レンズ）方式においても本発明の適用により同様の効果が期待できる。このように、本発明は上述実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。また、上述の投影露光方法によれば、最終的に、例えばマスク上の複数の計測用マークの各位置で求められた位置ずれに合わせて、最小自乗近似等によって、マスク座標系と基板座標系とを対応付けるパラメータ（倍率、走査方向のスケーリング、回転、走査方向の平行度、X方向及びY方向のオフセット）を求ることにより、マスク上の計測用マークの描画誤差の影響を小さく抑えることができる。また、上述の投影露光装置によれば、マスク側の複数の計測用マークに関する計測結果を平均化することにより、マスクの計測用マークの描画誤差を小さくして、投影光学系の基準点とアライメント系の基準点との間隔であるベースライン量を正確に計測できる。また、上述の投影露光装置によれば、基準マーク部材上に、マスク上の複数の計測用マークに対応させてその第1の基準マークを複数個形成すると共に、これら複数の第1の基準マークからそれ

ぞれ投影光学系の露光フィールド内の基準点とオフ・アクシス方式のアライメント系の基準点との間隔に対応する間隔でその第2の基準マークを複数個形成しているため、基準マーク側でも平均化が行われるので、より正確にベースライン量が計測される。また、上述の投影露光方法によれば、クイックモードによる簡易的な計測工程を選択することにより、必要に応じて高いスループットでマスク上の座標系とステージ上の座標系との対応関係を求めることができる。また、上述の投影露光方法によれば、クイックモードによる簡易的な計測工程を選択することにより、必要に応じて高いスループットでマスク上の座標系とステージ上の座標系との対応関係、及びベースライン量を求めることができる。また、上述の投影露光方法によれば、所定枚数の基板に露光を行う毎に、クイックモードによる簡易的な計測工程を実行しているため、多くの基板に連続的にスキャナ方式で露光を行う場合に、高いスループットでマスク上の座標系とステージ上の座標系との対応関係、及びベースライン量を求めることができる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0123

【補正方法】変更

【補正内容】

【0123】

【発明の効果】本発明によれば、マスク上の計測用マークの描画誤差の影響を小さく抑えることができる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0124

【補正方法】変更

【補正内容】

【0124】また、本発明によれば、投影光学系の基準点とアライメント系の基準点との間隔であるベースライン量を正確に計測できる。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0125

【補正方法】変更

【補正内容】

【0125】また、本発明によれば、高いスループットでマスク上の座標系とステージ上の座標系との対応関係を求めることができる。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0126

【補正方法】変更

【補正内容】

【0126】また、本発明によれば、高いスループットでベースライン量を求めることができる。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正内容】

【図1】本発明の一実施例の投影露光装置を示す構成図である。